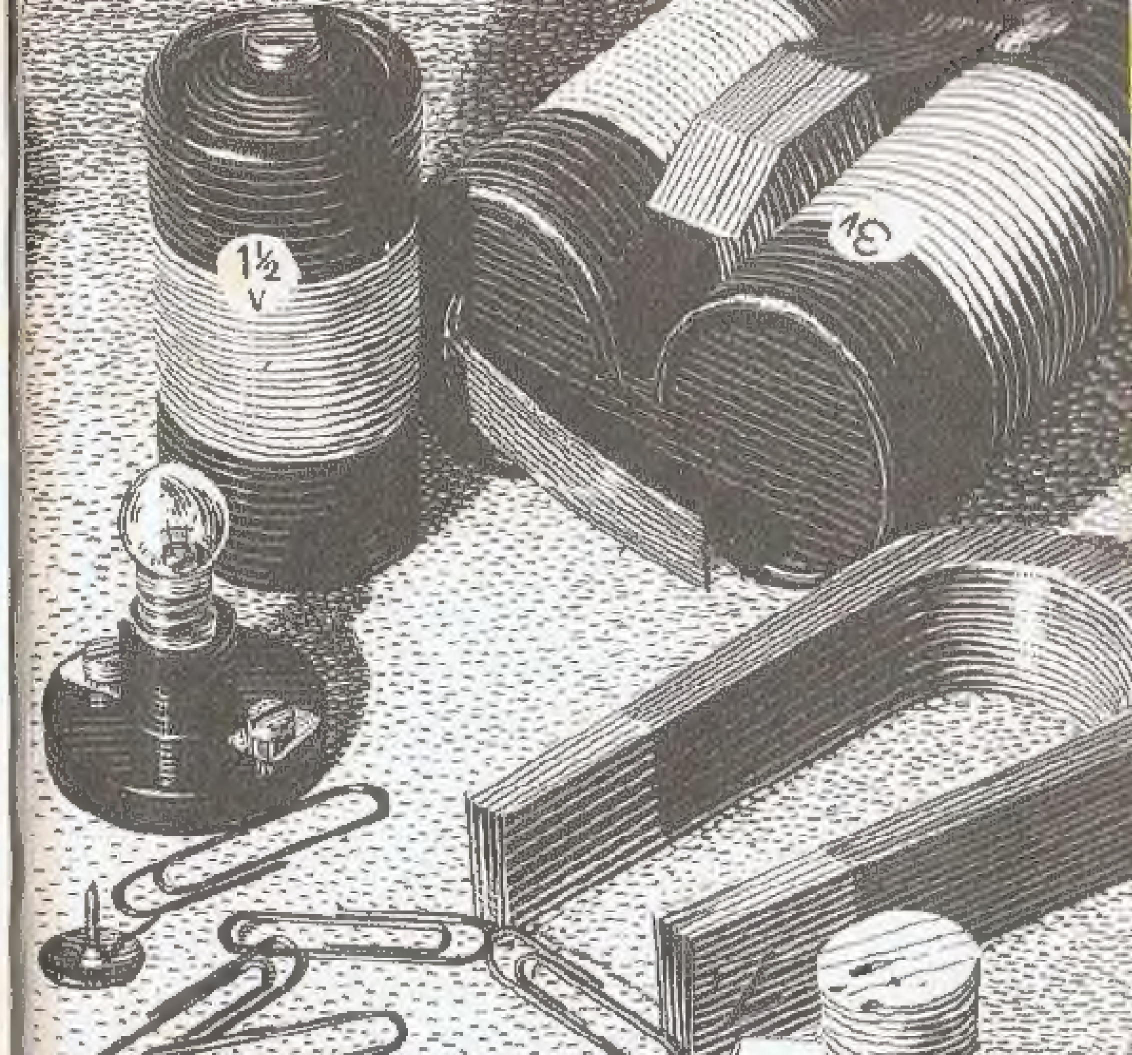
سلسلة العلوم المبسطة

مبادئ الكهرباء والمغنطيسية

«المغانط والمصابيح والبطاريات الكهربائية»







إنك ستحتاج لإجراء التجارب المذكورة في هذا الكتاب إلى أشياء قليلة لعل معظمها يوجد لديك حاليًا، وهاك قائمة بها:

مجموعة بطاريات - ١,٥ فولت و٣ فولت.

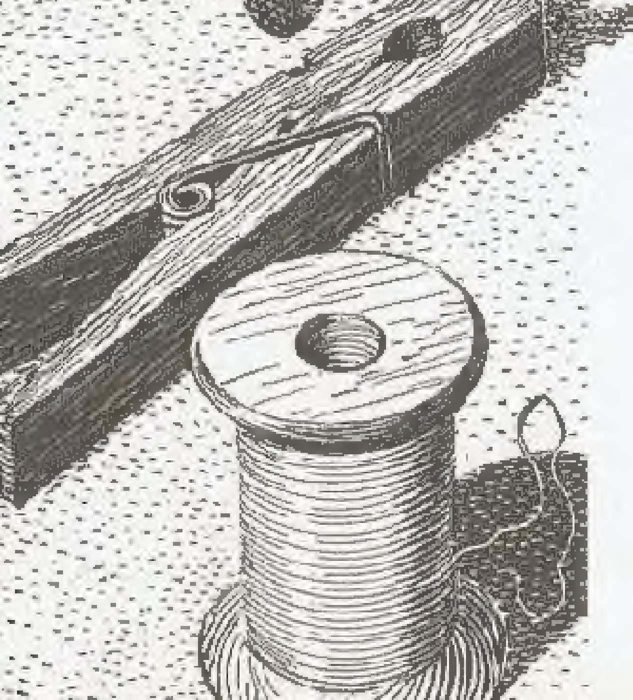
مصابيح كهربائية صغيرة - ٢,٥ فولت و٣,٥ فولت.

قواعد مصابيح.

أسلاك توصيل. سلك رفيع معزول بالقطن أو الحرير أو مطلي بالمينا. وعلى أن يكون السلك من النحاس العياري ١٨ - يعني أن قطره حوالي ٠,٣ مليمتر. ويمكنك الحصول على كل ما تحتاجه من أسلاك من محول قديم تبتاعه من محلات تصليح الأدوات الكهربائية.

قضيب مغنطيسي. مغنطيس يحوي (على شكل





نعل الفرس).

مغزل لدبابيس - بلاستيكي.

مسامير صغيرة.

مسمار طوله حوالي ١٠ سم. عدة مسامير طول كل منها حوالي ٥ سم.

إبرة طويلة أو (مخرز).

قطعة من الفلين.

برطمان (أو وعاء) زجاجي صغير.

شمع عسلي.

رقائق حديد (حوالي ٣٠ غرامًا).

ملزمات كهربائية للنحاس

مسامير رشق، ومشابك ورق سلكية.

قطعة سميكة أو قطعتان سميكتان من الخشب.

يُقدِّمُ هذا الكِتابُ مِنْ سِلْسِلَةِ « ليديبرد » المَبادِئَ الأوَّلِيَّةَ لِلْكَهْرَباءِ والمَغْنَطيسيَّةِ بِأُسْلوبٍ بَسيطٍ تُرافِقُهُ الصُّوَرُ المُلَوَّنَةُ الخَلّابَةُ.

ويَجْري عَرْضُ هذا المَوْضوعِ الحَيَويِّ بِتَجارِبَ بَسيطَةٍ ونَماذِجَ عَمَلِيَّةٍ يُمْكِنُ لِلْوَلَدِ أَنْ يَصْنَعَها بِنَفْسِهِ وبِأَمانٍ تامٍّ مِنْ مَوادَّ يَسْهُلُ الحُصولُ عَلَيْها. يَتَعَلَّمُ القارِئُ النّاشِئُ تَدْريجًا، المَبادِئَ الأساسِيَّةَ بِأَكْثَرِ الأساليبِ العَمَلِيَّةِ مُتْعَةً وشُمولاً. وهٰذِهِ هِيَ التَّوْطِئَةُ الصَّحيحَةُ لِتَعَرُّفِ مَفْهومِ العِلْمِ وطَريقَةِ التَّفْكيرِ العِلْمِيِّ.

يَتِمُّ إِجْراءُ تَجارِبِ الكَهْرَباءِ، في هذا الكِتابِ، بِبَطّارِيّاتِ مَصابيحِ الجَيْبِ الجافَّةِ، ولِذٰلِكَ فَهِيَ مَأْمونَةٌ تَمامًا.

ونُنَبِّهُ القارِئَ العَزيزَ بِأَنَّ عَلَيْهِ تَجَنُّبَ اسْتِعْمالِ التَّيّارِ الكَهْرَبائِيِّ بِتَجارِبِهِ مِنَ المَآخِذِ الرَّئيسَةِ أَوِ المَفاتيحِ الكَهْرَبائِيَّةِ أَوْ مِنْ دَواةِ مِصْباحٍ كَهْرَبائِيٍّ مَهْما كانَتِ الظُّروفُ.

طُبِع في انكلترا © الطبعة الأولى ١٩٧٦

مَبادِئُ الكَهْرَباءِ وَالمَغْنَطيسِيَّة

« المَغانِط وَالمَصابيح وَالبَطّارِيّات الكَهْرَبائِيَّة »



تأليف: ف. نيوينغ وَريتشارد بُورد

نَقَلَه إلى العَرَبِيَّة: سَيف الدّين بغدادي

وضع الرُّسوم: ج. وِنغفيلد

النّاشرون:

مكتبة لبنان — بيروت

ليديبرد بُوك ليمتد — لافبورو

لونغمان — هارلو



الكَشْفُ بِالتَّجْرِبَةِ

يُمكِنُكَ أيُّها القارِىءُ العَزيزُ أنْ تَقُومَ بِكُلِّ التَّجارِبِ الوارِدَةِ في هٰذا الكِتابِ بِأبْسَطِ الأجْهِزَةِ. وإذا أحْسَنْتَ إجْراءَها فإنَّها سَتَنْجَحُ مِنَ المَرَّةِ الأولى. وإذا فَشِلَتْ تَجْرِبَتُكَ في المَرَّةِ الأولى فلا تَيْأسْ بَلِ ابْحَثْ عَنِ السَّبَبِ فلا بُدَّ مِنْ سَبَبٍ لِعَدَمِ نَجاحِ تَجْرِبَتِكَ.

لَقَدْ وَجَدَتِ الفَتاةُ الَّتِي في الصُّورَةِ أنَّ مِصْباحَ دَرّاجَتِها لا يُضِيءُ. وتَقَدَّمَ أخُوها لِيُساعِدَها في البَحْثِ لِمَعْرِفَةِ السَّبَبِ وإصْلاحِ المِصْباحِ. لَقَدْ جَرَّبَ الأخَوانِ بادِىءَ الأمْرِ بَطّارِيَّةً جَديدَةً لٰكِنَّ المِصْباحَ لَمْ يُضِئْ. فاسْتَبْدَلا بُصَيْلَةَ المِصْباحِ بُصَيْلَةً أُخْرى ولٰكِنْ دُونَ جَدْوى. ثُمَّ فَحَصا المِفْتاحَ الكَهْرَبائِيَّ وهُناكَ وَجَدا سَبَبَ الخَلَلِ. فَقَدْ كانَ طَرَفُ المِفْتاحِ مُتَّسِخًا لا يُؤَمِّنُ اتِّصالاً جَيِّدًا. فَنَظَّفاهُ بِوَرَقِ الزُّجاجِ وأعادا البَطّارِيَّةَ والبُصَيْلَةَ إلى مَكانِهِما فأضاءَ المِصْباحُ كالعادَةِ.

وهٰكَذا حَلَّ الأخَوانِ مُشْكِلَتَهُما بِطَرِيقَةِ المُحاوَلَةِ والخَطَأ. الَّتي هِيَ طَرِيقَةٌ يَسْتَعْمِلُها العالِمُ في مُخْتَبَرِهِ. فَهُوَ يُفَكِّرُ في المُشْكِلَةِ الَّتي تَعْتَرِضُهُ ويُحاوِلُ أنْ يَجِدَ لَها حَلاًّ بِالتَّجْرِبَةِ. فإذا لَمْ تَنْجَحْ كَرَّرَ المُحاوَلَةَ بِإجْراءِ تَجارِبَ مُخْتَلِفَةٍ حَتّى يَجِدَ حَلاًّ لِمُشْكِلَتِهِ.

وأنْتَ أيُّها القارِىءُ العَزيزُ الصَّغيرُ، إذا لَمْ تَنْجَحْ واحِدَةٌ مِنْ تَجارِبِكَ فابْحَثْ عَنِ السَّبَبِ.

وتَأكَّدْ بادِىءَ ذِي بَدْءٍ مِنْ أنَّ جَميعَ التَّوْصِيلاتِ جَيِّدَةٌ - مُحْكَمَةُ الرَّبْطِ ونَظيفَةٌ - وأصْلِحْ أيَّ خَطَأٍ تَجِدُهُ، ثُمَّ حاوِلْ ثانِيَةً.

ومِنْ خِلالِ هٰذِهِ التَّجارِبِ سَتَكُونُ قادِرًا عَلى أنْ تَكْتَشِفَ بِنَفْسِكَ بَعْضَ خَصائِصِ الكَهْرَباءِ والمَغْنَطِيسِيَّةِ.





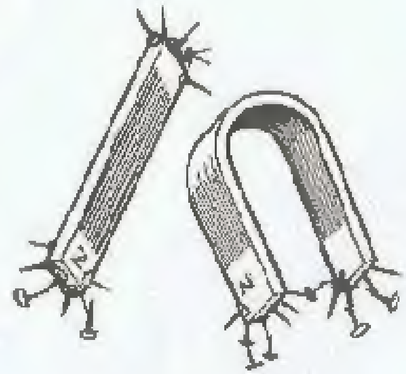
المَغانِطُ (المَغْنَطيسات)

يُوجَدُ تَرابُطٌ وَثيقٌ بَيْنَ الكَهْرَباءِ والمَغْنَطيسِيَّةِ. فما رَأْيُكَ لَوْ نَبْدَأُ بِبَعْضِ التَّجارِبِ بِالمَغانِطِ ؟

إذا لَمْ يَكُنْ لَدَيْكَ مَغْنَطيسٌ يُمْكِنُ شِراؤُهُ بِثَمَنٍ بَخْسٍ مِنْ دُكّانِ خُرْدَواتٍ أَوْ مِنْ مَحَلِّ تَصْليحِ الأَدَواتِ الكَهْرَبائِيَّةِ. اجمَعْ كُلَّ ما تَسْتَطيعُ الحُصولَ عَلَيْهِ مِنْ أَشْياءَ صَغيرَةٍ، واسْتَعِنْ بالصُّورَةِ المُقابِلَةِ لأَخْذِ بَعْضِ الأَفْكارِ. وَزِّعْ هٰذِهِ الأَشْياءَ عَلى المِنْضَدَةِ وابْدَأْ تَجْرِبَتَكَ.

قَرِّبْ مَغْنَطيسَكَ مِنْ كُلٍّ مِنْ هٰذِهِ الأَشْياءِ بِدَوْرِهِ، لِتَرى أَيُّها تَنْجَذِبُ إلى المَغْنَطيسِ وأَيُّها لا تَنْجَذِبُ إلَيْهِ. اخْتَبِرْ كُلَّ شَيْءٍ مَرّاتٍ عِدَّةً لِتَتَأَكَّدَ مِنْ أَنَّ ما يَحْصُلُ لَيْسَ مِنْ قَبيلِ الصُّدْفَةِ. رَتِّبْ قائِمَةً بالأَشْياءِ الَّتي جَذَبَها مَغْنَطيسُكَ وقائِمَةً بالأَشْياءِ الَّتي لَمْ يَجْذِبْها.

وحينَ تَنْتَهي مِنِ اخْتِبارِ كُلِّ هٰذِهِ الأَشْياءِ، أَمْعِنِ النَّظَرَ في القائِمَتَيْنِ اللَّتَيْنِ رَتَّبْتَهُما فلا بُدَّ مِنْ أَنْ تَكونَ قَدْ تَوَصَّلْتَ إلى نَتيجَةٍ. إنَّ المَغْنَطيسَ يَجْذِبُ إلَيْهِ بِقُوَّةٍ الحَديدَ أَوِ الفُولاذَ أَوِ الأَشْياءَ الَّتي تَحْوي الحَديدَ أَوِ الفُولاذَ. وإذا كُنْتَ تَسْتَطيعُ الحُصولَ عَلى مَغْنَطيسَيْنِ أَوْ أَكْثَرَ، ورُبَّما كانَ أَحَدُهُما قَضيبًا مَغْنَطيسِيًّا، اخْتَبِرْ كُلَّ مَغْنَطيسٍ بِدَوْرِهِ بِمَساميرَ تَأْخُذُها مِنْ عُلْبَةِ المَساميرِ. يُمْكِنُكَ أَنْ تُعَيِّنَ مِقْدارَ قُوَّةِ كُلِّ مَغْنَطيسٍ بِعَدَدِ المَساميرِ الَّتي يَلْتَقِطُها. كَما يُمْكِنُكَ أَنْ تَحْكُمَ بِأَنَّ قُوَّةَ المَغْنَطيسِ لا عَلاقَةَ لَها بِكِبَرِهِ، فَيُمْكِنُ أَنْ يَكونَ مَغْنَطيسٌ صَغيرٌ أَقْوى مِنْ مَغْنَطيسٍ كَبيرٍ.



ولا بُدَّ أَنَّكَ قَدْ لاحَظْتَ أَمْرًا مُهِمًّا آخَرَ أَيْضًا وهُوَ تَجَمُّعُ المَساميرِ حَوْلَ نِهايَتَيِ المَغْنَطيسِ اللَّتَيْنِ نَدْعوهُما قُطْبَيِ المَغْنَطيسِ.



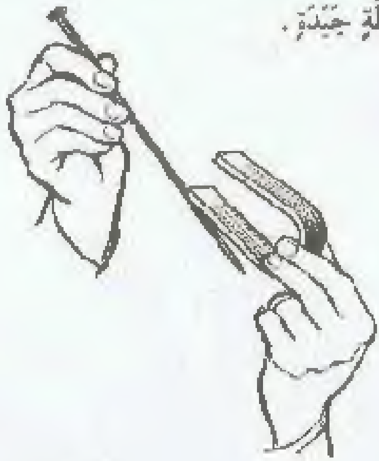
استِعمالُ المغانِطِ

تَطْفُو السَّفِينَتانِ عَلى سَطْحِ الماءِ في صِينِيَّةٍ مِنَ اللَّدائِنِ موضُوعَةٍ فَوْقَ أَرْبَعِ رَكائِزَ. وبِتَحْرِيكِ المَغْنَطِيسِ تَحْتَ الصِّينِيَّةِ يَسْتَطِيعُ الوَلَدانِ تَحْرِيكَ السَّفِينَتَيْنِ.

وتَسْتَطِيعُ إذا كانَ لَدَيكَ مَغْنَطِيسٌ واحِدٌ أنْ تَسْتَعْمِلَهُ في الحُصُولِ عَلى مَغانِطَ أُخْرى. ولِكَيْ تَصْنَعَ مَغْنَطِيسًا دائِمًا اسْتَعْمِلِ الفُولاذَ، لأنَّ الحَدِيدَ لا يَحْتَفِظُ بالمَغْنَطِيسِيَّةِ.

وإلَيْكَ طَرِيقَةَ صُنْعِ المَغْنَطِيسِ: خُذْ قِطْعَةً مِنَ الفُولاذِ، مِثْلَ سِنارَةِ شُغْلِ الصُّوفِ الفُولاذِيَّةِ أوْ إبْرَةِ رَفْوِ الأَقْمِشَةِ أوْ قِطْعَةٍ مِنْ نابِضِ ساعَةٍ قَدِيمَةٍ. أمْرِرْ أحَدَ قُطْبَي مَغْنَطِيسِكَ فَوْقَ القِطْعَةِ الفُولاذِيَّةِ مِنْ بِدايَتِها حَتَّى نِهايَتِها وباتِّجاهٍ واحِدٍ دَوْمًا. وكُلَّما أمْرَرْتَ القُطْبَ عَلى الصَّفِيحَةِ مَرَّةً أَعِدْهُ عَنْها وكَرِّرِ العَمَلِيَّةَ عِدَّةَ مَرّاتٍ. وسَتَجِدُ أنَّ القِطْعَةَ الفُولاذِيَّةَ الَّتي دَلَكْتَها أصْبَحَتْ مَغْنَطِيسًا، يَسْتَطِيعُ جَذْبَ الحَدِيدِ أوِ الفُولاذِ إلَيْهِ.

ويَجِبُ أنْ تَعْلَمَ أنَّكَ لا تَسْتَهْلِكُ مَغْنَطِيسًا حِينَ تَسْتَعْمِلُهُ لِصُنْعِ مَغانِطَ أُخْرى، ولٰكِنَّكَ تُتْلِفُهُ فَقَطْ إذا أسَأْتَ اسْتِعْمالَهُ: كَأنْ تُسَخِّنَهُ أوْ تَتْرُكَهُ بِدُونِ حافِظَةٍ وهِيَ قِطْعَةٌ مِنَ الحَدِيدِ تَصِلُ بَيْنَ قُطْبَيْهِ حِينَما لا يَكُونُ قَيْدَ الاسْتِعْمالِ. إنَّ مِسْمارًا مِنَ الحَدِيدِ يُمْكِنُ أنْ يَعْمَلَ كَحافِظَةٍ جَيِّدَةٍ.





صُنْعُ بُوصلَةٍ

حِينَما تُمَغْنِطُ إبْرَةً يُصْبِحُ بِإمْكانِكَ صُنْعُ بُوصلَةٍ. تَحتاجُ فَقطْ لِقِطْعَةِ فِلّينٍ صَغيرةٍ مُسَطَّحَةٍ وصَحْنٍ يَحْتَوي قَليلاً مِنَ الماءِ.

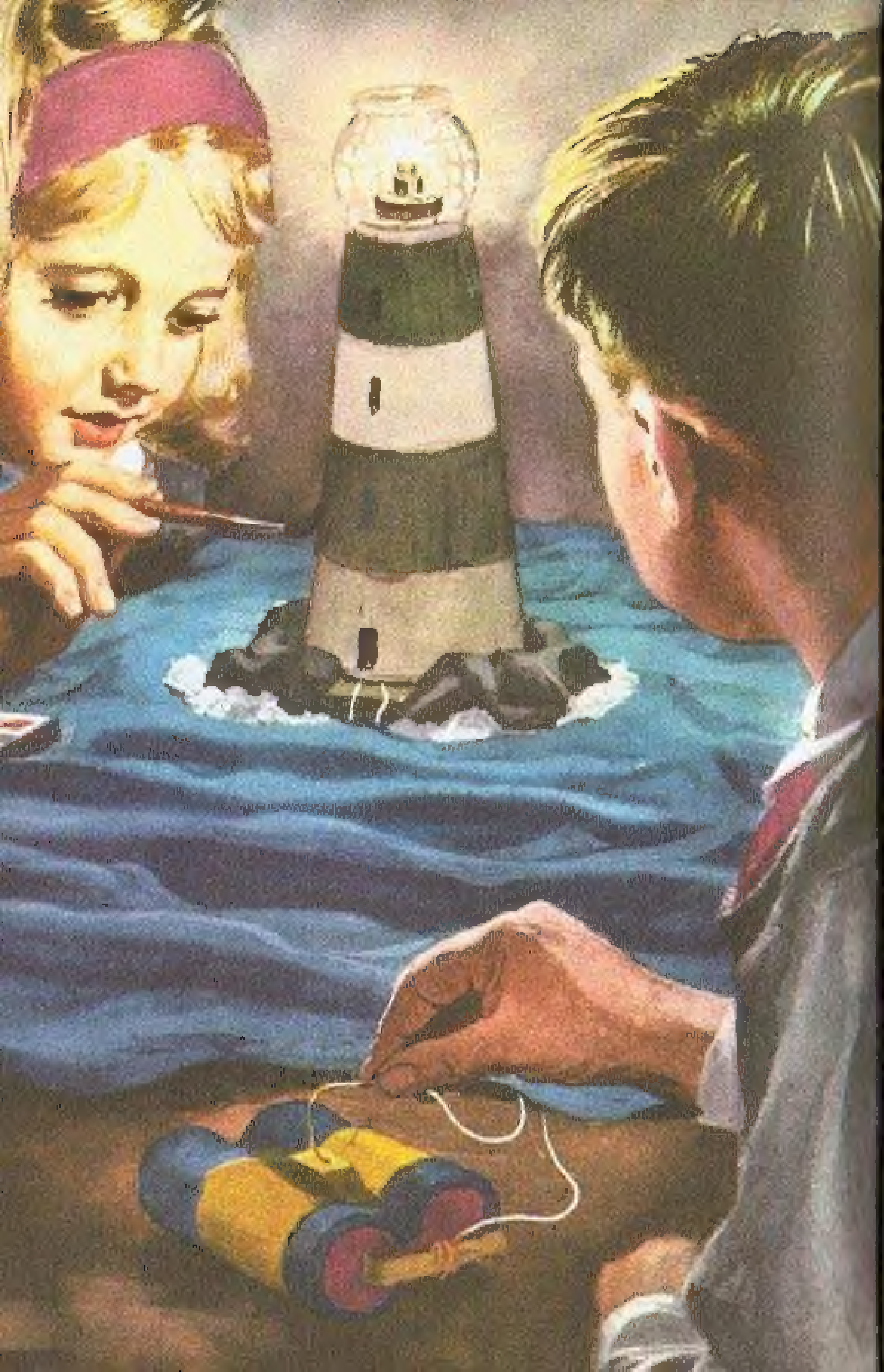
ضَعِ الإبْرَةَ فَوقَ قِطعَةِ الفِلّينِ واجْعَلْها تَطْفُو عَلى سَطْحِ الماءِ في الصَّحْنِ. راقِبْ قِطعَةَ الفِلّينِ. إنَّها تَدُورُ ثُمَّ تَسْتَقِرُّ لِتُشيرَ الإبْرَةُ إلى اتِّجاهٍ مُعَيَّنٍ. ارْفَعْ قِطعَةَ الفِلّينِ مِنَ الماءِ ثُمَّ أعِدْها إلَيْهِ عِدَّةَ مَرّاتٍ مُغَيِّرًا اتِّجاهَ الإبْرَةِ كُلَّ مَرَّةٍ. إذا كُنْتَ قَدْ مَغْنَطْتَ الإبْرَةَ جَيِّدًا فإنَّها تَدُورُ لِتُشيرَ دَوْمًا إلى الاتِّجاهِ نَفْسِهِ.

إنَّ الإبْرَةَ تَتَّخِذُ دَوْمًا اتِّجاهًا شَماليًا جَنُوبيًا. وبِصُورَةٍ أدَقَّ نَقُولُ إنَّ إحْدَى نِهايَتَي الإبْرَةِ تُشيرُ إلى الشَّمالِ المَغْنَطيسيِّ الَّذي هُوَ قَريبٌ مِنَ الشَّمالِ الجُغْرافِيِّ. اسْألْ عَنِ الشَّمالِ الصَّحيحِ في المَكانِ الَّذي أنْتَ فيهِ وحَدِّدْ أيَّةَ نِهايَةٍ مِنْ نِهايَتَي الإبْرَةِ تَدُلُّ عَلَيْهِ. بَعْدَ ذلِكَ عَيِّنْ نِقاطَ البُوصلَةِ الرَّئيسيَّةَ عَلى قِطعَةٍ مِنَ الوَرَقِ، وضَعْها تَحْتَ الصَّحْنِ كَما في الشَّكْلِ. أدِرِ الوَرَقَةَ حَتّى تُصْبِحَ الإشارَةُ الّتي تَدُلُّ عَلى الشَّمالِ في المَنْحَى نَفْسِهِ الَّذي يُشيرُ إلَيْهِ الطَّرَفُ الشَّماليُّ لإبْرَتِكَ. وهكَذا تَكُونُ قَدْ حَصَلْتَ عَلى بُوصلَةٍ.

ويُمْكِنُكَ أنْ تَصْنَعَ بُوصلَةً أُخْرى بِأنْ تُمَغْنِطَ دَبُّوسَ حِياكَةٍ طَويلاً، ثُمَّ عَلِّقِ الدَّبُّوسَ بِحامِلٍ وَرَقيٍّ مَرْبُوطٍ بِخَيْطٍ رَفيعٍ. عَلِّقْ طَرَفَ الخَيْطِ الآخَرَ بِقَلَمِ رَصاصٍ لِيَتَسَنّى لِلإبْرَةِ أنْ تَدُورَ لِتَدُلَّ عَلى الشَّمالِ والجَنُوبِ.



ولا تَنْسَ أنْ تَكُونَ البُوصلَةُ بَعيدَةً دَوْمًا عَنْ كُلِّ مَغْنَطيسٍ آخَرَ حَتّى لا يُؤَثِّرَ في الاتِّجاهِ الَّذي تَدُلُّ عَلَيْهِ الإبْرَةُ.



صُنْعُ مَنارَةٍ

في هٰذِهِ التَّجْرِبَةِ سَنَسْتَخْدِمُ الكَهْرُباءَ لِصُنْعِ نَمُوذَجِ مَنارَةٍ مُضِيئَةٍ. يُمْكِنُكَ عَمَلُ جِسْمِ المَنارَةِ مِنْ عُلْبَةِ كَرْتُونٍ فارِغَةٍ (عُلْبَةِ مِلْحٍ مَثَلاً) تُلَوِّنُها بِشَكْلِ قِطاعاتٍ شَرِيطِيَّةٍ. ثَبِّتْ عُلْبَةَ الكَرْتُونِ عَلَى قاعِدَةٍ خَشَبِيَّةٍ بِالمَعْجُونِ اللَّدائِنِيِّ - البلاستيسين (الَّذي يُمْكِنُكَ أَنْ تَعْمَلَ مِنْهُ أَشْكالاً تُمَثِّلُ الصُّخُورَ). ثَبِّتْ إِناءً زُجاجِيًّا صَغِيرًا في أَعْلَى عُلْبَةِ الكَرْتُونِ لِتَضَعَ المِصْباحَ فِيهِ.

لإِضاءَةِ المَنارَةِ تَحْتاجُ إِلَى بَطّارِيَّتَيْنِ جافَّتَيْنِ مِنْ قُوَّةِ ١,٥ ڤولْت وإِلَى بُصَيْلَةِ مِصْباحٍ كَهْرُبائِيٍّ صَغِيرٍ وَدَواةٍ تُناسِبُهُ وبَعْضِ الأَسْلاكِ الرَّفِيعَةِ جِدًّا. لِمَجْمُوعَةِ البَطّارِيَّتَيْنِ هٰذِهِ يَجِبُ اسْتِعْمالُ بُصَيْلَةِ مِصْباحٍ قُوَّةُ ٢ ١/٢ ڤولت. تُسَجَّلُ قُوَّةُ بُصَيْلَةِ المِصْباحِ عَلَى طَرَفِهِ المَعْدِنِيِّ في أَعْلَى الجُزْءِ المُلَوْلَبِ.

ولِكَيْ تُؤَلِّفَ الدّارَةَ الكَهْرُبائِيَّةَ خُذْ سِلْكَيْنِ وأَزِلِ العازِلَ عَنْ أَحَدِ طَرَفَيْ كُلٍّ مِنْهُما وثَبِّتْ هٰذا الطَّرَفَ في أَحَدِ مِرْبَطَيْ دَواةِ المِصْباحِ. ثُمَّ ضَعْ بُصَيْلَةَ المِصْباحِ في الدَّواةِ وثَبِّتْها جَيِّدًا. أَمْرِرِ السِّلْكَيْنِ داخِلَ جِسْمِ المَنارَةِ، ثُمَّ تَحْتَ الوَرَقِ (أَوِ القُماشِ) المُجَعَّدِ الَّذي يُمَثِّلُ البَحْرَ. أَزِلِ العازِلَ عَنِ الطَّرَفَيْنِ الآخَرَيْنِ لِلسِّلْكَيْنِ وارْبِطْ أَحَدَ هٰذَيْنِ الطَّرَفَيْنِ بِإِحْدَى صُفَيْحَتَيْ بَطّارِيَّةٍ مُزْدَوِجَةٍ (تُسَمَّى الصُّفَيْحَتانِ قُطْبَيِ المَجْمُوعَةِ). وحِينَ تَصِلُ الطَّرَفَ الآخَرَ لِلسِّلْكِ إِلَى القُطْبِ الثّانِي يُضِيءُ المِصْباحُ. ورُبَّما وَجَبَ عَلَيْكَ أَنْ تُنَظِّفَ قُطْبَيْ مَجْمُوعَةِ البَطّارِيَّتَيْنِ بِوَرَقِ الزُّجاجِ لِتُحَقِّقَ اتِّصالاً جَيِّدًا بِهِما.

يُرِيكَ المُخَطَّطُ إِلَى جانِبِ هٰذِهِ الصَّفْحَةِ الدّارَةَ الكَهْرُبائِيَّةَ.





تَوْصِيلُ التَّيَّارِ الكَهْرَبائِيِّ

حِينَ تَشْتَرِي مِصْباحًا كَهْرَبائِيًّا أَوْ بَطّارِيّاتٍ، فَإِنَّ البائِعَ يَفْحَصُها ويُمْكِنُكَ أَنْ تَفْحَصَ المَصابِيحَ والبَطّارِيّاتِ بِوَساطَةِ مِقَصٍّ ، وذٰلِكَ وَفْقًا لِما تَراهُ في الصُّورَةِ الصَّغِيرَةِ .

في مَنارَتِكَ الَّتي صَنَعْتَها سَرَتِ الكَهْرَباءُ في الأَسْلاكِ . وحِينَ تَخْتَبِرُ صَلاحِيَةَ مِصْباحٍ فَإِنَّ التَّيّارَ الكَهْرَبائِيَّ يَمُرُّ في المِقَصِّ . فَما هِيَ الأَجْسامُ الَّتي يُمْكِنُ أَنْ يَمُرَّ فِيها التَّيّارُ أَيْضًا ؟ يُمْكِنُكَ أَنْ تَجِدَ جَوابَ ذٰلِكَ فيما يَلي .

أَلِّفْ دارَةً كَهْرَبائِيَّةً مِنْ بَطّارِيَّةٍ جافَّةٍ ومِصْباحٍ مُرَكَّبٍ في دَواةٍ ومِنْ سِلْكَيْنِ رَفِيعَيْنِ . يُمْكِنُكَ أَنْ تَسْتَعْمِلَ دَواةً لِلْمِصْباحِ كَالَّتي اسْتَعْمَلْتَها في المَنارَةِ ، أَوْ كَالماسِكِ الَّذي تَراهُ في الصُّورَةِ ، والَّذي سَنَصِفُهُ لَكَ في الصَّفْحَةِ التّالِيَةِ .

أَضِئِ المِصْباحَ ثُمَّ اقْطَعْ أَحَدَ السِّلْكَيْنِ فَيَنْطَفِئَ المِصْباحُ لِأَنَّ الدّارَةَ قَدْ قُطِعَتْ . أَزِلِ العازِلَ عَنْ طَرَفَيِ السِّلْكِ في المَكانِ الَّذي قَطَعْتَهُ .

والآنَ صِلْ هٰذَيْنِ الطَّرَفَيْنِ بِكُلِّ ما تَقَعُ عَلَيْهِ يَداكَ . إِنَّكَ تَجِدُ أَنَّ قِسْمًا مِنْ هٰذِهِ الأَشْياءِ يَجْعَلُ المِصْباحَ يُضِيءُ مُجَدَّدًا بَيْنَما القِسْمُ الآخَرُ لا يُحَقِّقُ ذٰلِكَ .

رَتِّبْ قائِمَتَيْنِ : الأُولى تَضُمُّ الأَشْياءَ الَّتي تُوَصِّلُ الكَهْرَباءَ والأُخْرى تَضُمُّ الأَشْياءَ الَّتي لا تُوَصِّلُ الكَهْرَباءَ - والَّتي نُسَمِّيها الأَجْسامَ غَيْرَ المُوَصِّلَةِ أَوِ الأَجْسامَ العازِلَةَ .

سَتَجِدُ عَلى العُمُومِ أَنَّ الأَجْسامَ المَعْدِنِيَّةَ هِيَ الأَجْسامُ المُوَصِّلَةُ لِلْكَهْرَباءِ . لٰكِنْ جَرِّبْ (رَصاصَ) قَلَمِ رَصاصٍ قَصِيرٍ في دارَتِكَ فَإِنَّكَ عَلى الأَغْلَبِ سَتَحْصُلُ عَلى ضَوْءٍ باهِتٍ مِنَ المِصْباحِ ، فَعَلى الرَّغْمِ مِنْ أَنَّ (رَصاصَ) قَلَمِ الرَّصاصِ لَيْسَ مَعْدِنًا فَإِنَّهُ مُوَصِّلٌ لِلْكَهْرَباءِ أَيْضًا .





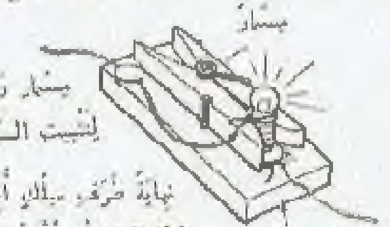
إغْلاقُ الدّارةِ وفَتْحُها

يُمكِنُكَ أنْ تَصنعَ مَكانَ القَطْعِ في دارةِ التَّجرِبةِ السّابِقةِ مِفتاحًا كَهرُبائِيًّا. تَحتاجُ لِصُنعِ هٰذا المِفتاحِ إلى قِطعةٍ مِنَ الخَشَبِ بِحَجمِ عُلْبةِ الكِبريتِ تَقرِيبًا، وإلى ثَلاثةِ مَسامِيرِ رَسْمٍ وقامِطةِ وَرَقٍ سِلكِيّةٍ وسِلكَيْنِ رَفِيعَيْنِ. نَظِّفْ أوّلًا الرُّؤوسَ المُسَطَّحةَ مِن مَسامِيرِ الرَّسْمِ بِدَلْكِها بِشِدّةٍ بِقِطعةٍ مِن وَرَقِ الزُّجاجِ لِتُصبِحَ جَيِّدةَ التَّوصِيلِ.

لُفَّ بِإحكامٍ طَرَفَيِ السِّلْكِ الّذي أزَلْتَ عَنْهُ العازِلَ حَوْلَ أحَدِ مَسامِيرِ الرَّسْمِ، واشْبِكْ نِهايةَ قامِطةِ الوَرَقِ بِهِ، وثَبِّتِ المِسمارَ في قِطعةِ الخَشَبِ. خُذْ مِسمارَ رَسْمٍ آخَرَ ولُفَّ عَلَيْهِ طَرَفَ السِّلْكِ الثّاني (بَعْدَ أنْ تُزِيلَ عَنْهُ العازِلَ) وثَبِّتْهُ في قِطعةِ الخَشَبِ في الطَّرَفِ المُقابِلِ لِلمِسمارِ الأوَّلِ وذٰلِكَ دُونَ أنْ يَمَسَّ الطَّرَفُ الثّاني لِقامِطةِ الوَرَقِ هٰذا المِسمارَ. ثَبِّتْ مِسمارَ الرَّسْمِ الثّالِثَ في قِطعةِ الخَشَبِ بِحَيْثُ يُمكِنُهُ أنْ يُمسِكَ القامِطةَ السِّلكِيّةَ حِينَ نُرِيدُ إغْلاقَ الدّارةِ.

استَعمِلْ قِطعةً ثانِيةً مِنَ الخَشَبِ ومِسمارَ رَسْمٍ واحِدًا ومِلقَطَ غَسِيلٍ لِصُنعِ دَواةِ مِصباحٍ. ثَبِّتْ مِلقَطَ الغَسِيلِ عَلى قِطعةِ الخَشَبِ بِمِسمارٍ. وثَبِّتِ المِصباحَ - الّذي لُفَّ عَلى قِسمِهِ المَعدِنِيِّ المُلَوْلَبِ طَرَفُ سِلْكٍ أُزِيلَ عَنْهُ العازِلُ - بَيْنَ فَكَّيْ مِلقَطِ الغَسِيلِ بِحَيْثُ يَضغَطُ أسفَلُ المِصباحِ عَلى الرَّأسِ المُسَطَّحِ النَّظِيفِ لِمِسمارِ الرَّسْمِ الّذي لُفَّ عَلَيْهِ بِدَوْرِهِ طَرَفُ سِلْكٍ آخَرَ وثُبِّتَ في قِطعةِ الخَشَبِ.





وحِينَ يَتِمُّ وَصْلُ البَطّارِيّةِ المُزدَوِجةِ والمِفتاحِ والمِصباحِ الكَهرُبائِيِّ، يُمكِنُكَ بِتَحرِيكِ قامِطةِ الوَرَقِ السِّلكِيّةِ إغْلاقُ الدّارةِ لِيُضِيءَ المِصباحُ، أوْ فَتحُها لِيَنطَفِئَ.

يُمكِنُكَ أيضًا إرسالُ إشاراتٍ رَمزِيّةٍ لِصَدِيقِكَ بِإضاءةِ مِصباحِكَ ثُمَّ إطفائِهِ. كَما يُمكِنُكَ إرسالُ بَرقِيّةٍ كَلامِيّةٍ إذا كُنتَ تَعرِفُ رُمُوزَ مُورْس البَرقِيّةَ.



الدّاراتُ الكَهْرَبائِيَّةُ

قرَّرَ الوَلَدانِ اللَّذانِ تَراهُما في الصُّورَةِ تَجْهيزَ مسرحِهِما النَّموذَجيِّ الصَّغيرِ بالأنوارِ الكَهْرَبائيَّةِ مستعملًا ثلاثةَ مصابيحَ مَعَ دُرَيْهِ لإضاءةِ أرضيَّةِ المَسْرَحِ ووَصَلا الأسلاكَ مِنْ دُويِّ المَصابيحِ إلى المِفْتاحِ ومجموعَةِ البَطّارِيَّتَيْنِ الكَهْرَبائِيَّتَيْنِ.

وحينَ أُغْلِقَ المِفتاحُ أضاءَتِ المصابيحُ بنورٍ خافتٍ فقط. فتفقّدا مواضعَ الاتّصالِ واختبرا الأسلاكَ والمصابيحَ والبطّاريّةَ المزدوجةَ. فبدا كلُّ شيءٍ على ما يُرامُ. فلماذا أضاءتِ المصابيحُ إضاءةً خافتةً فقط؟

كانَ السَّبَبُ في الإضاءةِ الخافتةِ أنَّ المصابيحَ قد وُصِلَتْ مُتَسَلْسِلَةً الواحدُ يلو الآخرِ. وتُسمّى طريقةُ الوصلِ هذهِ الوصلَ على التّوالي. وكانَ يجبُ على الولدَيْنِ أنْ يَصِلا المصابيحَ على التوازي

ويمكنُكَ أنْ تفهمَ معنى الوصلِ على التّوالي وعلى التّوازي إذا أمعنتَ النَّظرَ في الشَّكلَيْنِ الظّاهِرَيْنِ في أسفلِ الصَّفحةِ.

حينَ تُوصَلُ المَصابيحُ على التّوازي فإنّها تُعطي ضوءًا ساطعًا. غيرَ أنَّ مجموعةَ البطّاريّتَيْنِ تَسْتَهْلَكُ عندئذٍ في نصفِ الوقتِ. وقد زوَّدَ الوَلَدانِ سقفَ المسرحِ بثلاثةِ مصابيحَ أخرى ووَصَلاها بأسلاكٍ إلى مفتاحٍ ومجموعةٍ ثانيةٍ من البطّاريّاتِ. فاستطاعا بواسطةِ هذهِ المصابيحِ السِّتَّةِ الحصولَ على ضوءٍ ساطعٍ يُنيرُ مسرحَهُما

الوصلُ على التوالي





الوصلُ على التوازي



تجربةٌ مهمّة

في مطلع القرن الماضي، قام عالمٌ دانمركيٌّ يُدعى «أورستيد» بتجربةٍ بسيطةٍ كان لها تأثيرٌ بعيدُ المدى، جعلتْه مشهورًا بين العلماء. ويمكنك أن تقوم بالتجربة نفسها على النحو التالي:

مغنطْ إبرةً وضعْها فوق قطعةِ فلّينٍ طافيةٍ على سطح الماء في صحن. ستأخذ الإبرةُ بالطبع اتجاهًا شماليًّا جنوبيًّا. قرّبْ مغنطيسًا من الإبرة فتراها تنحرف. أبعِدِ المغنطيس فتعود الإبرةُ من جديدٍ لتستقرَّ في اتجاه الشمال - الجنوب.

صِلِ الآن بطاريةً مزدوجةً بمفتاحٍ وسلكٍ رفيعٍ طولُه حوالى ٣٠ سم. علّقِ السلكَ مباشرةً فوق الصحن وثبّتْه على لاقطتين مصنوعتين من مطاطٍ بلاستيكيّ على أن يأخذ اتجاه الإبرة نفسه. تأكّدْ من أنّ جميع وصلاتك سليمة، ثمّ أغلقِ الدارة ليمرَّ التيّار.

إنّ الإبرة تنحرف تمامًا كما حصل حين قرّبتَ منها المغنطيس. فماذا تُبيّن هذه التجربة باعتقادك؟

حين قام «أورستيد» بهذه التجربة أدرك أنّه حقّق كشفًا مهمًّا، فقد بيّنت له هذه التجربة وجود ارتباطٍ وثيقٍ بين الكهرباء والمغنطيسية، لأنّ التيّار الكهربائي أنتج الأثر الذي يحصل من المغنطيس. وكان هذا نقطة الانطلاق في دراسة الكهرمغنطيسية التي قادت بدورها إلى اختراع المحرّك الكهربائي، وبالتالي إلى استخدام الكهرباء كمصدرٍ للطاقة على نطاقٍ واسع.





المغنطيسُ الكهربائيُّ

يلتقطُ المغنطيسُ بعضَ الأشياءِ. وقد بيّنتْ تجربةُ «أورستيد» أنّ السلكَ الذي يمرُّ فيه تيارٌ كهربائيٌّ له نفسُ التأثيرِ الذي للمغنطيسِ. فهل يؤدّي مرورُ تيارٍ كهربائيٍّ في سلكٍ إلى التقاطِ أشياءَ؟

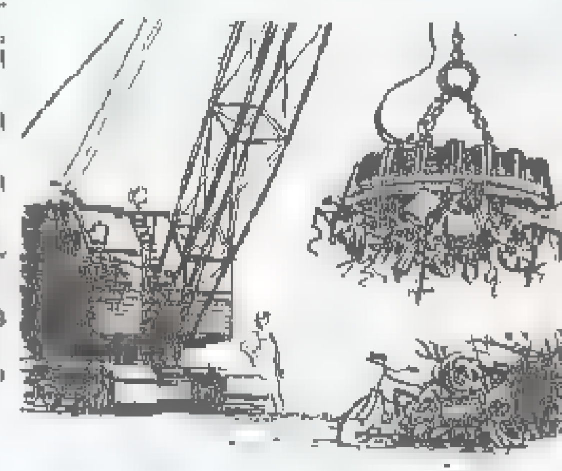
إنّ الجوابَ على ذلك هو بالإيجابِ، غيرَ أنّ الأثرَ المغنطيسيَّ يكونُ ضعيفًا. لكن يُمكنُك أنْ تصنعَ مغنطيسًا قويًّا بوشيعةٍ ومسمارٍ.

لُفَّ حوالى خمسين لفّةً من سلكٍ رفيعٍ حولَ مسمارٍ حديديٍّ طولُه ٧ سم تقريبًا واتركْ نهايتي السلكِ حرّتين. وصِلْهما ببطاريةٍ مزدوجةٍ ومفتاحٍ كهربائيٍّ.

قبلَ أنْ تغلقَ المفتاحَ ليمرَّ التيارُ، اغمُرْ طرفَ المسمارِ بكومةٍ من المساميرِ الصغيرةِ. أغلِقِ الدارةَ الآنَ فيلتقطُ المسمارُ عنقودًا من المساميرِ. اقطعِ الدارةَ فتسقطُ المساميرُ الصغيرةُ. لقد صنعتَ مغنطيسًا كهربائيًّا. إذ بقي قسمٌ من المساميرِ عالقًا بالمسمارِ حين تقطعُ الدارةَ فذلك لأنّ المسمارَ يحتفظُ ببعضِ مغنطيسيّتِه.

لُفَّ الآنَ خمسين لفّةً أخرى حولَ المسمارِ. أغلقِ الدارةَ فتلاحظُ أنّ المغنطيسَ أصبحَ أقوى من السابقِ.

وإذا لففتَ السلكَ حولَ قطعةٍ فولاذيةٍ بدلَ لفِّه على المسمارِ الحديديِّ (كأنْ تلفَّه مثلاً على «مِبرَدٍ» أو على مسمارِ حياكةِ الصوفِ) ثمّ أمررتَ تيارًا في السلكِ لعدّةِ ثوانٍ فإنّ القطعةَ الفولاذيةَ تصبحُ مغنطيسًا دائمًا. فبهذه الطريقةِ تُصنعُ المغانطُ. لا تجعلِ التيارَ يمرُّ في سلكِ مغنطيسِك الكهربائيِّ لأكثرَ من عدّةِ ثوانٍ في كلِّ مرّةٍ وإلّا فإنّ البطاريةَ تستنفدُ طاقتَها الكهربائيةَ بسرعةٍ.





المجالُ (أو الحقلُ) المغنطيسي

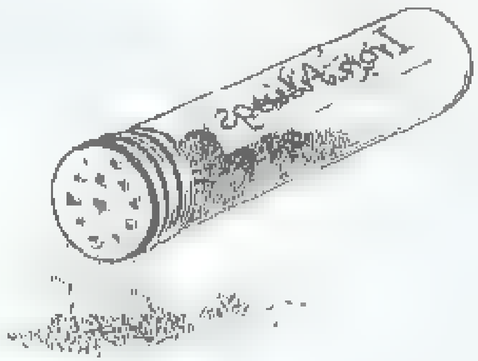
أمسِكْ بكِلتا يدَيْكَ مغنطيساً عاديّاً وقرِّبِ المغنطيسَيْنِ ببطءٍ، كُلاًّ منهما نحوَ الآخرِ لتشعُرَ بقوّةِ تنافرِهما أو بقوّةِ تجاذبِهما. إنّهُ يبدو وكأنَّ «شيئاً ما» لا تستطيعُ رؤيتَهُ، يوجدُ حولَ أيِّ مغنطيسٍ، فتجعلُهُ يؤثّرُ في مغنطيسٍ آخرَ أو في قطعةٍ من الحديدِ أو الفولاذِ. فنقولُ إنَّ المغنطيسَ يخلقُ مجالاً مغنطيسيّاً

ويمكنُكَ أن تقومَ بتجربةٍ شيّقةٍ إذا حصلْتَ على قليلٍ من بُرادةِ الحديدِ، وربّما استطعْتَ شراءَها من بائعِ الحديدِ أو من معملِ خِراطةٍ أو من معملِ العلومِ في مدرستِكَ. ضعْ بُرادةَ الحديدِ في أنبوبةٍ صغيرةٍ ذاتِ غطاءٍ لولبيٍّ، واجعلْ هذهِ الأنبوبةَ مِذَرّةً مشابهةً لوعاءِ رشِّ الفُلفلِ بأنْ تُحدِثَ في الغطاءِ ثقوباً صغيرةً مستخدماً مِطرقةً ومِسماراً

ضعِ المغنطيسَ على منضدةٍ وغطِّهِ بقطعةٍ من الورقِ الأبيضِ، ثُمَّ ذُرَّ فوقَها من ارتفاعٍ مناسبٍ قليلاً من بُرادةِ الحديدِ حيثُ تسقطُ بشكلٍ منتظمٍ حولَ المغنطيسِ المغطّى. انقرِ الورقةَ بلطفٍ وانتبهْ وراقبْ كيفَ تترتّبُ بُرادةُ الحديدِ على شكلِ خطوطٍ ومنحنياتٍ وفقَ نموذجٍ معيّنٍ. لاحِظْ أينَ تبدأُ هذهِ الخطوطُ وأينَ تنتهي

يمكنُكَ استعمالُ مغنطيسَيْنِ أو ثلاثةٍ، وعليكَ أنْ تغيّرَ أوضاعَها، بعضَها بالنسبةِ لبعضٍ، لتلاحظَ النماذجَ التي تكوّنُها بُرادةُ الحديدِ في كلِّ مرّةٍ

كرِّرِ التجربةَ بمغنطيسِكَ الكهربائيِّ. ولا تغلقِ الدارةَ إلاّ بعدَ أنْ تذرَّ بُرادةَ الحديدِ وتكونَ على استعدادٍ لنقرِ الورقةِ. انقرِ الورقةَ واقطعِ الدارةَ بسرعةٍ



إنَّ النماذجَ التي كوّنتْها بُرادةُ الحديدِ تُعطيكَ فكرةً عن شكلِ المجالِ المغنطيسيِّ حولَ المغنطيسِ في مختلفِ أوضاعِها

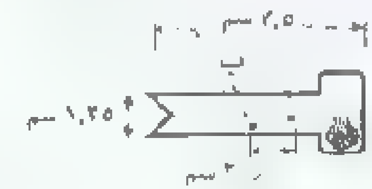


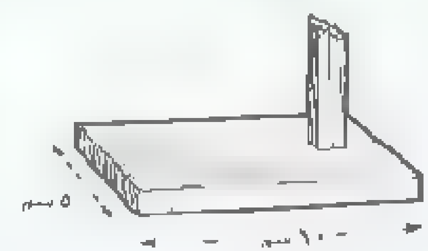
صُنْعُ إشارَةٍ (لافِتَةٍ) كَهْرُبائِيَّةٍ (١)

تُمَكِّنُكَ سَيَخْدُمُ مَغْنَطيسٍ كَهْرُبائيٍّ لِصُنْعِ لافِتَةِ تَحْذيرٍ كَهْرُبائِيَّةٍ. يُصْنَعُ حامِلُ اللافِتَةِ مِنْ قِطْعَةٍ خَشَبِيَّةٍ طولُها ١٨ سم تقريبًا وعَرْضُها حوالى ١,٢٥ سم وثَخانَتُهُ ٦ سم تَقْريبًا. أَمَّا قاعِدَةُ اللافِتَةِ فَقِطْعَةٌ مِنَ الخَشَبِ طولُها حوالى ١٠ سم وعَرْضُها ٥ سم تَقْريبًا. يُثَبَّتُ الحامِلُ الخَشَبيُّ عمودِيًّا في القاعِدَةِ أَوْ في قِطْعَةٍ مِنَ المَعْجونِ اللدائِنيِّ فَوْقَها. اصْنَعْ ذِراعَ الإشارَةِ لِلافِتَةِ بِقَصِّ قِطْعَةٍ مِنَ الوَرَقِ المُقَوّى القاسي أَوْ مِنْ خَشَبِ البلسا الخَفيفِ، ثُمَّ لَوِّنْهُ بِالشَّكْلِ المُناسِبِ. اثْقُبْ ثَقْبَيْنِ صَغيرَيْنِ بِرَأْسِ مِسْمارٍ عِنْدَ المَقْطَعَيْنِ المُشارِ إِلَيْهِما بِالحَرْفَيْنِ أ، ب في الشَّكْلِ أَدْناهُ.

والآنَ إلى الجُزْءِ الكَهْرُبائيِّ مِنَ الجِهازِ. اصْنَعْ أُنْبوبًا مِنْ قِطْعَةِ وَرَقٍ لاصِقٍ، عَرْضُها ٥ سم تَقْريبًا وطولُها حوالى ٣٠ سم، وذٰلِكَ بِلَفِّها على قَلَمِ رَصاصٍ. لا تُرَطِّبِ الجُزْءَ المُلامِسَ لِلْقَلَمِ، لأَنَّكَ إذا فَعَلْتَ ذٰلِكَ لا تَسْتَطيعُ أَنْ تَنْزِعَ قَلَمَ الرَّصاصِ. بَعْدَ أَنْ تَلُفَّ الوَرَقَةَ لَفَّةً كامِلَةً حَوْلَ القَلَمِ رَطِّبْ سَطْحَها اللاصِقَ وأَكْمِلِ اللَّفَّ.

إِنَّكَ بِحاجَةٍ إلى سِلْكٍ مَعْزولٍ طولُهُ حوالى ٣٢٥ سم لِتَلُفَّ حوالى ١٠٠ لَفَّةٍ على الأُنْبوبِ الذي صَنَعْتَهُ. دَعِ القَلَمَ داخِلَ الأُنْبوبِ وضَعْ على طَرَفِ الأُنْبوبِ شَريطًا مَطّاطِيًّا لِيَبْقى السِّلْكُ في مَكانِهِ ثُمَّ لُفَّهُ على الأُنْبوبِ. وقَبْلَ أَنْ تَبْدَأَ عَمَلِيَّةَ اللَّفِّ، اتْرُكْ حَوالى ٢ سم مِنَ السِّلْكِ دونَ لَفٍّ لاسْتِخْدامِها في التَّوْصيلِ. وحينَ تَنْتَهي مِنَ اللَّفِّ الذي تَقومُ بِهِ بِرِفْقٍ وانْتِظامٍ، اتْرُكْ حَوالى ٢٠ سم أُخْرى مِنَ السِّلْكِ وأَمْسِكْها تَحْتَ الشَّريطِ المَطّاطيِّ بِجانِبِ الجُزْءِ الآخَرِ الذي تَرَكْتَهُ دونَ لَفٍّ. أَزِلِ العازِلَ في طَرَفَيِ السِّلْكِ الطَّليقَيْنِ. واسْحَبِ القَلَمَ مِنَ الأُنْبوبِ، لِتَحْصُلَ على المَلَفِّ اللازِمِ لإشارَتِكَ الكَهْرُبائِيَّةِ.







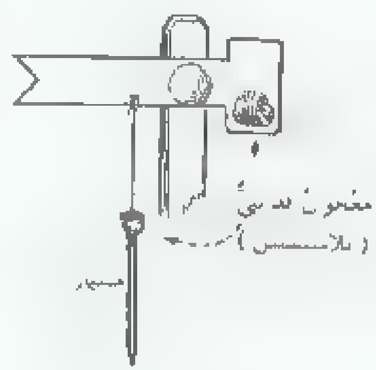
صُنْعُ إشارةٍ (لافتةٍ) كهربائيةٍ (٢)

ثَبِّتْ ذراعَ الإشارةِ في حاملِ اللافتةِ بمسمارِ رسمٍ من خلالِ الثقبِ (أ) (الصفحة ٢٦) بحيثُ تبقى للذراعِ حرّيةُ الحركةِ حولَ المسمارِ إلى أعلى وإلى أسفل. إنكَ تحتاجُ الآنَ إلى مسمارٍ يُمكنُ أن يتحرّكَ بسهولةٍ داخلَ الأنبوبِ الورقي. ثبِّتْ بإحكامٍ أحدَ طرفَيْ خيطٍ من القطنِ في رأسِ المسمارِ بقليلٍ من المعجونِ اللدائني، كما في الشكلِ أدناهُ. أمّا الطرفُ الآخرُ للخيطِ فاربطْهُ بذراعِ الإشارةِ من خلالِ الثقبِ (ب) (الصفحة ٢٦). وازِنْ ذراعَ الإشارةِ أفقيًّا بوضعِ المعجونِ اللدائني خلفَ طرفِ ذراعِ الإشارةِ كما في الشكلِ.

حينَ يتوازنُ ذراعُ الإشارةِ فإنَّ شدَّ المسمارِ قليلاً نحوَ الأسفلِ يُميلُ الذراعَ معهُ ويتمُّ الشدُّ بالمغنطيسِ الكهربائي.

ضعِ الملفَّ على قاعدةِ اللافتةِ بحيثُ يكونُ الطرفُ المستدقُّ من المسمارِ المعلّقِ داخلَ الملفِّ ويتحرّكُ بحرّيةٍ. حرِّكِ الملفَّ حتى تحصلَ على الوضعِ المطلوبِ وثبِّتْهُ على القاعدةِ بالمعجونِ اللدائني.

كوِّنْ دارةً كهربائيةً من بطاريةٍ مزدوجةٍ ومفتاحٍ كهربائيٍّ والملفِّ الذي أعددتَهُ. صِلْ أجزاءَ الدارةِ، كما هو مُبيَّنٌ في الصورةِ المقابلةِ. حينَ تُغلقُ الدارةَ يُشدُّ المسمارُ إلى داخلِ الملفِّ فيتحرّكُ ذراعُ الإشارةِ معهُ نحوَ الأسفلِ. وحينَ تفتحُ الدارةَ يعودُ ذراعُ الإشارةِ إلى وضعِ توازنِهِ الأفقيِّ. وربّما كانَ عليكَ أن تُصحّحَ وضعَ الملفِّ قليلاً حتى تعملَ إشارتُكَ الكهربائيةُ بشكلٍ جيّدٍ فعلاً.





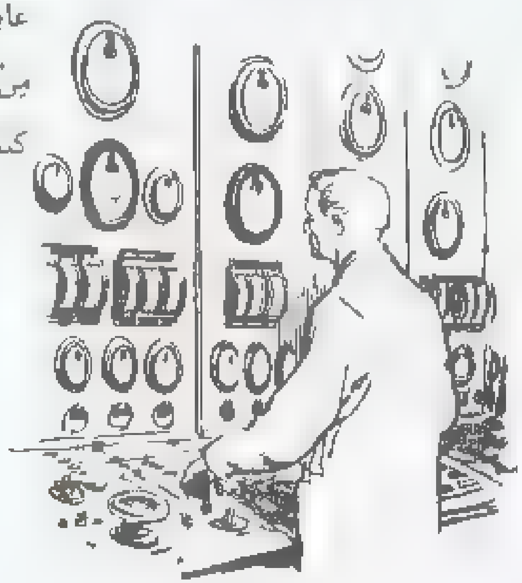
الكشفُ عن سريانِ التيّارِ الكهربائيِّ

كيفَ يمكنكَ أنْ تكشِفَ عنْ وجودِ تيّارٍ كهربائيٍّ يسري في سلكٍ؟ إنَّ الجوابَ عن ذلكَ واردٌ في تجربةِ «ورشيد» في الصفحةِ (٢٠). فقدْ كانَ السلكُ ممتدًّا فوقَ الصحنِ، وحينَ مرَّ التيّارُ انحرفتِ الإبرةُ. لُفَّ السلكَ الآنَ لفّةً واحدةً حولَ الصحنِ وصِلْهُ ببطاريّةٍ مزدوجةٍ ومصباحٍ صغيرٍ ومفتاحٍ كهربائيٍّ. حينَ تُغلِقُ المفتاحَ فإنَّ المصباحَ يضيءُ والإبرةَ تنحرفُ. لاحِظْ مقدارَ انحرافِها.

لقدْ صنعتَ مغنطيسًا كهربائيًّا بلفِّ سلكٍ على مسمارٍ، ولاحظتَ أنَّ زيادةَ عددِ اللّفاتِ يجعلُ المغنطيسَ الكهربائيَّ أقوى. لُفَّ سلكَكَ حولَ الصحنِ حوالى عشرِ لفّاتٍ عوضًا عنْ لفّةٍ واحدةٍ، ثمَّ صِلْ نهايتَيِ السلكِ بالمصباحِ والمفتاحِ. أغلِقِ الدّارةَ فيُضيءُ المصباحُ. لكنْ لاحِظِ الاختلافَ الذي طرأَ على انحرافِ الإبرةِ. إنّكَ كلّما زدتَ عددَ اللّفاتِ حولَ الصحنِ حصلتَ على مجالٍ مغنطيسيٍّ أقوى وبالتالي ازدادَ انحرافُ الإبرةِ.

لقدْ صنعتَ جهازًا للكشفِ عنِ الكهربائيّةِ. وهناكَ طريقةٌ أخرى لصنعِ هذا الجهازِ هي أنْ تستعملَ البوصلةَ عوضًا عنِ الصحنِ. إنَّ الإبرةَ الموضوعةَ في هذهِ المرّةِ هي التي تنحرفُ.

يُسمّى هذا النوعُ منَ الأجهزةِ غلفانومترًا والكلمةُ مشتقّةٌ منْ غلفاني، وهوَ اسمُ عالمٍ إيطاليٍّ عاشَ قبلَ ٢٠٠ سنةٍ وكانَ منْ روّادِ المكتشفينَ في حقلِ الكهرباءِ، ومنْ كلمةِ (مِتر) ومعناها مقياس.





البطّاريات

مِمَّ تُصنعُ البطّاريةُ؟ يُمكنُكَ أنْ تعرفَ ذلكَ بتشريحِ بطّاريةٍ جافّةٍ قديمةٍ. انزعْ بادىءَ ذي بدءٍ الورقَ الذي يُغلّفُ البطّاريةَ فتجدَ علبتَيْنِ معدنيّتَيْنِ متّصلتَيْنِ بسلكٍ تُسمّى كُلٌّ منهما عمودًا أوْ «خليّةً»، وتُكوّنُ الخليّتانِ البطّاريةَ.

انزعْ بوساطةِ زرديّةٍ (أوْ كمّاشةٍ) جزءًا منْ علبةِ إحدى الخليّتَيْنِ المصنوعةِ منَ الخارصينِ (الزّنك) فترى بداخلِها مادّةً هلاميّةً (جيلاتينيّةً) تُحيطُ بمسحوقٍ ناعمٍ أسودَ لزجٍ. والآنَ اقبضْ بوساطةِ الزّرديّةِ الغلافَ النّحاسيَّ في أعلى قضيبِ الكرْبونِ في داخلِهِ ثمَّ شدَّهُ نحوَ الخارجِ.

يكونُ قضيبُ الكربونِ وعلبةُ الزّنكِ قطبَيِ الخليّةِ. أمّا المادّةُ الهلاميّةُ البيضاءُ والمسحوقُ الأسودُ فهما مادّتانِ كيميائيّتانِ تُسبّبانِ سريانَ التّيّارِ حينَ يُوصلُ قطبا الخليّةِ معًا. حذارِ أنْ تمسَّ الموادُّ الكيميائيّةُ يديكَ أوْ ثيابكَ. وإذا مسّتْهما فاغسلْ يديْكَ بسرعةٍ.

اغسلْ صفيحةَ الزّنكِ التي انتزعتَها منْ علبةِ الخليّةِ ثمَّ نظّفْها بورقِ الزّجاجِ، ثقّبْ إحدى حافّتَيْها وثبّتْ بها سلكًا. وإذا أمكنكَ الحصولُ على ليمونةٍ حامضةٍ، فأحدثْ شقًّا فيها واغرزْ صفيحةَ الزّنكِ فيهِ، ثمَّ أحدثْ شقًّا آخرَ بجوارِ الأوّلِ واغرزْ قضيبَ الكربونِ فيهِ.

اختبرْ بطّاريةً جافّةً بطرفِ لسانِكَ كما ترى في المخطّطِ أدناهُ. إنّكَ ولا بُدَّ تُحسُّ بدغدغةٍ خفيفةٍ لأنَّ لسانَكَ مُوصلٌ للتّيّارِ. أجرِ الآنَ التّجربةَ نفسَها بصفيحةِ الزّنكِ والغطاءِ النّحاسيِّ لقضيبِ الكربونِ اللّذيْنِ غرزتَهما في اللّيمونةِ. إذا شعرتَ بدغدغةٍ ضعيفةٍ في لسانِكَ فمردُّ ذلكَ إلى أنَّ تيّارًا كهربائيًّا قدْ تولّدَ بتأثيرِ الحامضِ الذي في اللّيمونةِ.





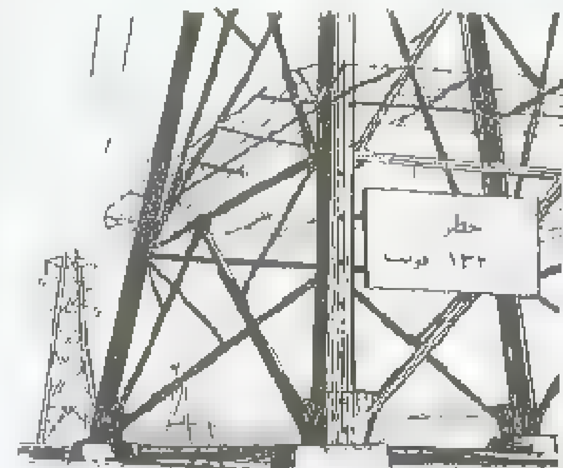
تَوْصِيلُ البَطّارِيّاتِ عَلى التَّوالي

إنَّ جُهْدَ مَجْموعَةِ البَطارِيَّتَيْنِ الَّتي اسْتَخْدَمْتَها كانَ ٣ فولت. والفولت هُوَ وَحْدَةُ قياسِ الجُهْدِ الَّذي يَدْفَعُ التَّيّارَ الكَهْرَبائِيَّ في الدّارَةِ الكَهْرَبائِيَّةِ. وعددُ الفولتات المُسجلةِ على البَطّارِيَّةِ يُنبئنا عَنْ مِقْدارِ «الدَّفْعِ» الَّذي يُمْكِنُ لِلْبَطّارِيَّةِ أَنْ تَبْذُلَه. وإذا وَضَعْتَ بَطّارِيَّتَيْنِ مَعًا فإنك تَزيدُ قُوَّةَ الدَّفْعِ الكَهْرَبائِيِّ لِمِثْلِها مِمّا يَزيدُ مِن شِدَّةِ إضاءةِ المِصْباحِ.

أجرِ التَّجْرِبَةَ الآن بِثَلاثِ بَطّارِيّاتٍ جُهْدُ كُلٍّ مِنْها ١/٢ ١ فولت ومِصْباحٍ يَحْمِلُ عَلامَةَ (١/٢ ٣) فولت. إنَّكَ تُلاحِظُ أنَّهُ لا تُوجَدُ صَفيحَةٌ نُحاسِيَّةٌ طَرَفِيَّةٌ على هَذِهِ البَطّارِيّاتِ، لِذلِكَ أَزِلِ العازِلَ عَنْ طَرَفِ سِلْكٍ، ولُفَّهُ على الغِطاءِ النُّحاسِيِّ، وادْفَعْ طَرَفَ سِلْكٍ آخَر، بَعْدَ أَنْ تُزيلَ العازِلَ عَنْ هذا الطَّرَفِ، مِنْ خِلالِ الغِطاءِ الوَرَقِيِّ حَتّى يُلامِسَ صَفيحَةَ الزِّنْكِ ويَبْقى مَحْصورًا بَيْنَها وبَيْنَ الغِطاءِ الوَرَقِيِّ. صِلْ بَطّارِيَّةً واحِدَةً فَقَطْ بِالمِفْتاحِ والمِصْباحِ. فَلاحِظ أَنَّ ضَوْءَ المِصْباحِ خافِتٌ.

ضَعِ الآنَ بَطّارِيَّةً جافَّةً أُخْرى في الدّارَةِ، وصِلِ الأَسْلاكَ كَما تَرى في الصُّورَةِ، ولاحِظِ الإضاءَةَ مِنْ جَديدٍ. ثُمَّ ضَعْ بَطّارِيَّةً ثالِثَةً وصِلْها أَيْضًا على التَّوالي فَتُلاحِظُ أَنَّ المِصْباحَ يُضيءُ مُتَوَهِّجًا.

إنَّ البَطّارِيّاتِ الثَّلاثَ أَعْطَتْ ثَلاثَةَ أَمْثالٍ لِـ (١/٢ ١ فولت)، أيْ ١/٢ ٤ فولت. وهذا «الدَّفْعُ» يُضيءُ المِصْباحَ إضاءَةً مُناسِبَةً. ولا خَطَرَ مِنْ مَسِّ الأَسْلاكِ هُنا. لَكِنَّ «الدَّفْعَ» في تَيّارِ مَنْزِلِكُمْ هُوَ ١١٠ (أَوْ ٢٢٠ فولت)، ويُمْكِنُ أَنْ يَكونَ خَطِرًا جِدًّا، ولِذلِكَ يَجِبُ عَلَيْكَ أَلّا تَقْتَرِبَ أَبَدًا مِنْ مَآخِذِ هذا التَّيّارِ. أَمّا الأَسْلاكُ الَّتي تَحْمِلُها الأَبْراجُ الكَهْرَبائِيَّةُ فَتَسْري فيها تَيّاراتٌ قَدْ تَصِلُ القُوَّةُ الدّافِعَةُ الكَهْرَبائِيَّةُ فيها إلى ١٣٢٠٠٠ فولت.





صُنعُ مُحرّكٍ كهربائيّ (١)

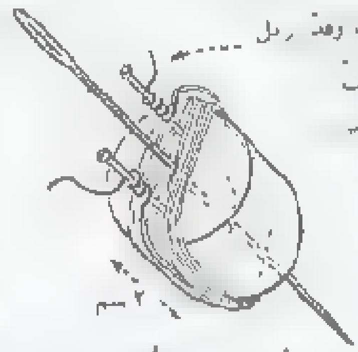
إنّ المحرّكاتِ الكهربائيّةَ ذاتَ القدرةِ العاليةِ التي تُسيّرُ القطاراتِ والسيّاراتِ الكهربائيّة هيَ ذاتُ تركيبٍ مُعقّدٍ، وكذلكَ المحرّكاتُ الكهربائيّةُ التي نُصادفُها في المعاملِ والمصانع. غيرَ أنّهُ يُمكنُكَ أنْ تصنعَ محرّكًا كهربائيًّا صغيرًا يعملُ بالطريقةِ نفسِها التي تعملُ بها المحرّكاتُ الكهربائيّةُ الضخمة.

لِصُنعِ هذا المحرّكِ تحتاجُ إلى مغنطيسٍ قويّ (شكلَ نعلِ الفرس) المسافةُ بين قُطبَيْهِ ٣ سم تقريبًا. وإذا لم يتوافرْ لديكَ مثلُ هذا المغنطيس فيُمكنُكَ شراؤهُ من بائعِ الخُردواتِ الحديديّةِ أو من دُكّانِ تصليحِ الأدواتِ الكهربائيّة. كما أنّكَ تحتاجُ إلى قطعةٍ من الفلّين طولُها ٢ سم تقريبًا، وبعضِ الدبابيسِ وإبرةِ خياطةٍ طويلةٍ وأسلاكٍ رفيعةٍ موصلةٍ معزولةٍ ومسامير رفيعة.

يتألّفُ المحرّكُ الكهربائيُّ من جزأينِ رئيسيّين: الجزءُ الدوّارُ الذي نُسمّيهِ المتحرّك، والجزءُ الحاملُ. ولْنبدأْ بالمتحرّك.

اِغرزْ إبرةَ الخياطةِ تمامًا في وسطِ قطعةِ الفلّين بحيثُ تخترقُها من بدايتِها حتّى نهايتِها، وثبّتْها كي لا تتحرّكَ. وتأكّدْ من أنّ الإبرةَ قد اخترقتْ قطعةَ الفلّين من وسطِها وذلكَ بأنْ تُديرَها بينَ إصبعيك.

لُفَّ السلكَ حولَ قطعةِ الفلّين. اِغرزْ دبّوسين في قطعةِ الفلّين بحيثُ يكونانِ إلى جانبَيْ إبرةِ الخياطةِ ومتساويَيِ البُعدِ عنها (أنظرْ شكلَ أدناه). خُذْ سلكًا مُوصِلًا معزولًا رفيعًا طولُهُ حوالى ١٣ سم، اتركْ منهُ حوالى ١,٥ سم تقريبًا، أزِلِ العازلَ عنهُ ولفّهُ بإحكامٍ على أحدِ الدبّوسينِ ليتحقّقَ تماسٌّ جيّدٌ. ثمّ ابدأْ بلفِّ باقي السلكِ المعزولِ مرّاتٍ عديدةً حولَ قطعةِ الفلّينِ وأحكِمِ اللفَّ. حينَ تصلُ إلى نهايةِ السلكِ، أزِلِ العازلَ عنِ الجزءِ الأخيرِ منهُ ولُفَّهُ حولَ الدبّوسِ الآخرِ. فيكونُ بذلكَ قد أعددتَ المتحرّكَ لمحرّكِكَ الكهربائيّ.



بدايةُ السلكِ وقد أُزيلَ عازلُها ولُفّتْ حولَ الدبّوس



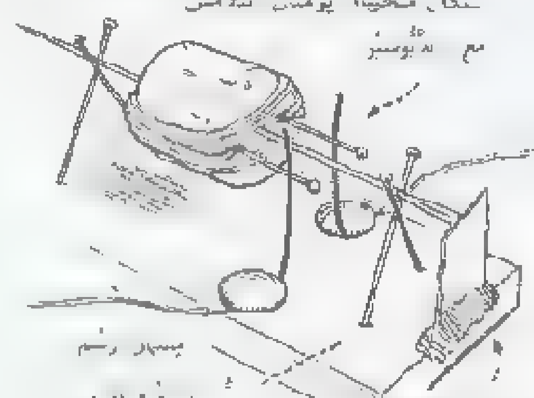
صنع محرّكٍ كهربائيّ (٢)

كي تصنع الجزء الدوّار لمحرّكك الكهربائي، استعمل قطعةً من الخشب طولها حوالى ١٥ سم وعرضها حوالى ٧.٥ سم ولاحظ أن تكون ليّنة إلى حدٍّ ما ليسهل غرز الدبابيس فيها. يدور المحرّض على زوجين من الدبابيس، مغروزٍ كلُّ زوجٍ منها بشكلٍ متصالبٍ، على طول وسط القطعة الخشبية بحيث يكون البعد بينهما كافيًا حتى يدور المحرّض بحرّية. ثبّت قطعتين صغيرتين من الورق المقوّى بمحور الدبابيس وطرف القاعدة الخشبية لمنع الإبرة من الانزلاق إلى الأمام وإلى الخلف.

بعد ذلك ثبّت السلكين اللذين يوصلان التيّار إلى المحرّض، ويسمّى هذان السلكان المسفرتين أو الفرشتين ذلك لأنهما يمسّان سلكي المحرّض باستمرار حين يدور المحرّض. والمسفرتان هما نهايتا سلكين أُزيل عنهما العازل ووُضعا بشكلٍ قائمٍ تقريبًا وثُبّتا في موضعيهما على القاعدة الخشبية بمسماري رسم. أمّا النهايتان الأخريان للسلكين فموصلتان بقطبي بطاريةٍ مزدوجة.

ولكي يتمّ تحضير المحرّك ثبّت فوق المحرّض مغنطيسًا منصوبًا على القاعدة الخشبية بحيث يكون المحرّض بين قطبيه كما ترى في الصورة، ثمّ أدر المحرّض قليلًا ليبدأ الدوران. وسيبقى المحرّك يدور ما دام التيّار ساريًا.

لا بدّ لهذا المحرّك أن يعمل، ولكن ربّما لا يدور بادئ الأمر. قد تحتاج إلى مغنطيسٍ أقوى إلى حدٍّ ما، أو إلى وصله ببطاريةٍ مزدوجةٍ جديدة (توصلها على التوالي) أو إلى قضيبٍ محرّضٍ أقصر. حاول الحصول على أفضل وضعٍ للمسفرتين عن طريق التجربة، لتؤمّن أفضل تماسٍّ بينهما وبين الدبوسين في الوقت نفسه ويحصل لك حين تنتهي من صنع المحرّك أن تسأل والدك أن يجرّبه.





الطَّلْيُ الكَهْرَبائِيُّ

تَحْتاجُ لإجْراءِ هذِهِ التَّجْرِبَةِ إلى قَليلٍ مِنْ بِلَّوْراتِ كِبْريتاتِ النُّحاسِ الَّتي تُكَلِّفُكَ ثَمَنُ عِدَّةِ غَراماتٍ مِنْها مَبْلَغًا زَهيدًا، وتَجِدُها في مَحَلّاتِ بَيْعِ المَوادِّ الكيميائِيَّةِ. وإذا عَلِقَ شَيْءٌ مِنْ هذِهِ المادَّةِ بِأَصابِعِكَ وَجَبَ عَلَيْكَ أَنْ تَغْسِلَ يَدَيْكَ حالًا.

ذَوِّبْ بَعْضَ هذِهِ البِلَّوْراتِ في الماءِ في كَأْسٍ أَوْ مَرْطَبانٍ زُجاجِيٍّ، لِتَحْصُلَ عَلى سائِلٍ أَزْرَقَ غامِقٍ.

نَظِّفْ مِسْمارًا حَديدِيًّا بِوَرَقِ الزُّجاجِ، ثُمَّ ارْبِطْهُ بِسِلْكٍ مُوَصِّلٍ، وَصِلِ الطَّرَفَ الآخَرَ إلى بَطّارِيَّةٍ مُزْدَوِجَةٍ ومِنَ المُهِمِّ أَنْ تَصِلَ السِّلْكَ بِالقُطْبِ السّالِبِ لِلبَطّارِيَّةِ (وَهُوَ القُطْبُ السّالِبُ).

في الحَقيقَةِ يوجَدُ فَرْقٌ بَيْنَ قُطْبَيِ البَطّارِيَّةِ: أَحَدُهُما وَهُوَ مَوْجودٌ في الأَعْلى يُدْعى القُطْبَ المُوجَبَ ورُبَّما أُشيرَ عَلَيْهِ أَحْيانًا بِإشارَةِ (+)، أَمّا القُطْبُ المَوْجودُ في الجانِبِ الآخَرِ فَيُدْعى القُطْبَ السّالِبَ. وبِهذا القُطْبِ يَتَّصِلُ السِّلْكُ الَّذي تُعَلِّقُ مِنْهُ المِسْمارَ.

صِلْ سِلْكًا آخَرَ بِالقُطْبِ المُوجَبِ لِلبَطّارِيَّةِ، وضَعْ طَرَفَهُ الآخَرَ بَعْدَ أَنْ تُزيلَ العازِلَ عَنْهُ نِهايَتِهِ داخِلَ السّائِلِ. عَلِّقِ المِسْمارَ داخِلَ السّائِلِ وذلِكَ بِثَنْيِ السِّلْكِ عِنْدَ حافَّةِ الإناءِ وراقِبْ بِدِقَّةٍ ماذا يَحْصُلُ لِلمِسْمارِ.

تَجِدُ بَعْدَ فَتْرَةٍ قَصيرَةٍ أَنَّ الجُزْءَ المَغْمورَ مِنَ المِسْمارِ قَدْ تَغَطّى بِطَبَقَةٍ رَقيقَةٍ مِنَ النُّحاسِ. وهكَذا تَمَّ الطَّلْيُ بِالنُّحاسِ بِوَساطَةِ الكَهْرَباءِ وهُوَ ما نُسَمّيهِ الطَّلْيَ الكَهْرَبائِيَّ. وبِالطَّريقَةِ نَفْسِها وباسْتِعْمالِ سَوائِلَ مُخْتَلِفَةٍ يَتِمُّ الطَّلْيُ بِالكُرومِ والفِضَّةِ والذَّهَبِ وغَيْرِها.





الفواصمُ المنصهرةُ والدارات القصيرة

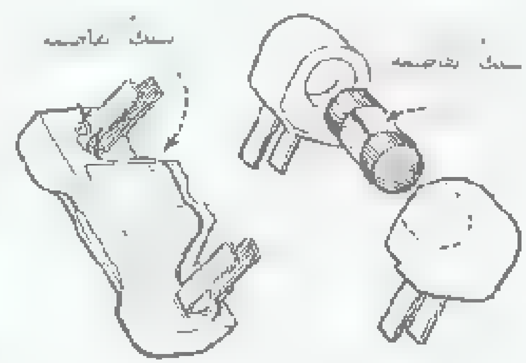
حينما يستعمل التيارُ الكهربائيُّ تُستعمل الفواصمُ المنصهرةُ التي هي قطعٌ قصيرةٌ من سلكٍ منصهرٍ تكوّن جزءًا من الدارة الكهربائية. فإذا حدث أيّ خطرٍ في الدارة يسخن سلكُ الفاصمة فينصهر وينقطع الدارة وبالتالي أصبحت الدارةُ مفتوحةً.

ويمكنك اختبارُ عمل الفاصمة بتجربةٍ بسيطةٍ. صِلْ على التوالي ثلاث بطاريات جافة مع مفتاحٍ كهربائي. ثبّت نهايتي السلكين على قطعة خشبية بواسطة مسمارين رسم بحيث تكون المسافة بينهما نحوًا من ٢,٥ سم. واجعل طرفي السلكين بعد أن تزيل العازل عنهما عموديين على قطعة الخشبة. فتكونُ المسافةُ بين نهايتيهما كذلك نحوًا من ٢,٥ سم.

اصنع الفاصمة من قصاصةٍ صغيرةٍ من ورق الفضة طولُها أكثر من ٢,٥ سم مقابل. أبقِ الدارة مفتوحةً. ولفّ نهايتي الفاصمة حول نهايتي السلكين غير المعزولين. أغلق الدارة، فتسخن الفاصمةُ وتحترقُ وتنصهر. فإذا لم تحترق الفاصمة فاجعلها أقصر مما كانت عليه.

تحترقُ الفاصمةُ عادةً إذا حدثت دارةٌ قصيرةٌ، وهذا يعني أنّ التيارَ يمرّ في طريقٍ قصيرةٍ وليس في المسار الذي يجب أن يمرّ فيه.

ضعْ في دارتك مصباحًا في دوايةٍ وصِلْ نهايتي السلك بالفاصمة المصنوعة من ورق الفضة كما سبق. أغلق الدارةَ يضيءِ المصباحُ ولا تحترقُ الفاصمةُ. افتح الدارة وأزِل العازلَ عن جزءٍ صغيرٍ من السلكين المتصلين بدواة المصباح. أغلق الدارة وقصّرها بوصل الجزأين السلكيين العاريين بقطعةٍ من سلكٍ أو مسمار. فينطفئ مصباح خارج الدارة لأنك أحدثت دارة قصيرة. وسرعان ما تسخنُ سلكُ الفاصمة وتنصهرُ ويتوقفُ مرورُ التيار.





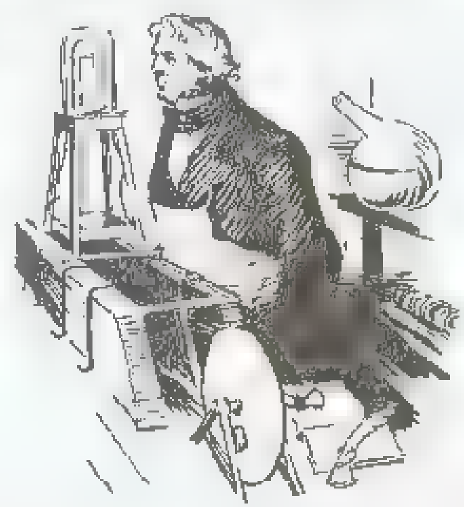
الكَهْرَباءُ مِنَ المَغْنَطِيسِيَّة

في تجربةِ أورستيد (صفحة ٢٠) حين مرّرتَ تيارًا كهربائيًا في سلكٍ، جعلتَ مغنطيسًا عقربيًا يتحرّك. فهل تستطيعُ أن تتصوّرَ العكس؟ هل نحصلُ على تيارٍ كهربائيٍّ في سلكٍ إذا حرّكتَ بقربه مغنطيسًا؟

إنّ الجواب هو بالإيجاب. غيرَ أنّ التيار الناتج يكونُ ضعيفًا جدًّا بحيثُ لا يمكنُ قياسُه إلّا بأجهزةٍ خاصّة. وأوّلُ مَنْ طرح على نفسِه السؤالَ السابقَ ووجدَ الجوابَ له كان العالِمُ الإنكليزيُّ الكبير (مايكل فاراداي) الذي عاش قبل مئة سنة ونيّف. فقد أجرى فاراداي عدّةَ تجاربَ ووجد أنّه إذا حرّك مغنطيسًا بجوار سلكٍ ولّد تيارًا كهربائيًا. ومن هذا الكشف بدأ فاراداي تجاربَه، وقادته أبحاثُه إلى اختراع المولّد الكهربائيّ (الدينامو).

إنّك لا تستطيعُ في هذه المرحلة صُنعَ مولّدٍ كهربائيٍّ (دينامو)، ولكنّك قد تملكُ واحدًا منها في دراجتك يؤمّن لك التيارَ الكهربائيَّ اللازمَ لإضاءة مصباحيها. إنّك تلاحظُ ولا شكّ أنّك تبذلُ جهدًا أكبرَ بقليلٍ لتحريك الدراجة بسبب عمل الدينامو، ذلك لأنّه لا يمكنُ الحصولُ على الكهرباء من لا شيء، وعليك بذلُ طاقةٍ ما لإنتاجها.

إذا استطعتَ الحصولَ على دينامو دراجةٍ قديمٍ لم يعُدْ ذا فائدة، ورجوتَ ميكانيكيًا فكّه إلى أجزاء، وربّما طلبتَ منه مساعدتك للقيام بعملية الفكّ هذه، ستجدُ داخلَ الدينامو مغنطيسًا قويًّا عرضيَّ الشكل، يدورُ محاذيًا لمجموعة عدّةِ ملفّات. وقد صُمّم هذا المغنطيس بحيث تديرُه دولابٌ صغيرٌ يضغطُ على إطار الدراجة فيدورُ بدورانه. إنّ دورانَ المغنطيس بمحاذاة الملفّات يولّدُ فيها الكهرباءَ التي تضيءُ مصباحَ الدراجة أو مصباحيها.





الضَّوْءُ الكَهْرَبائِيُّ

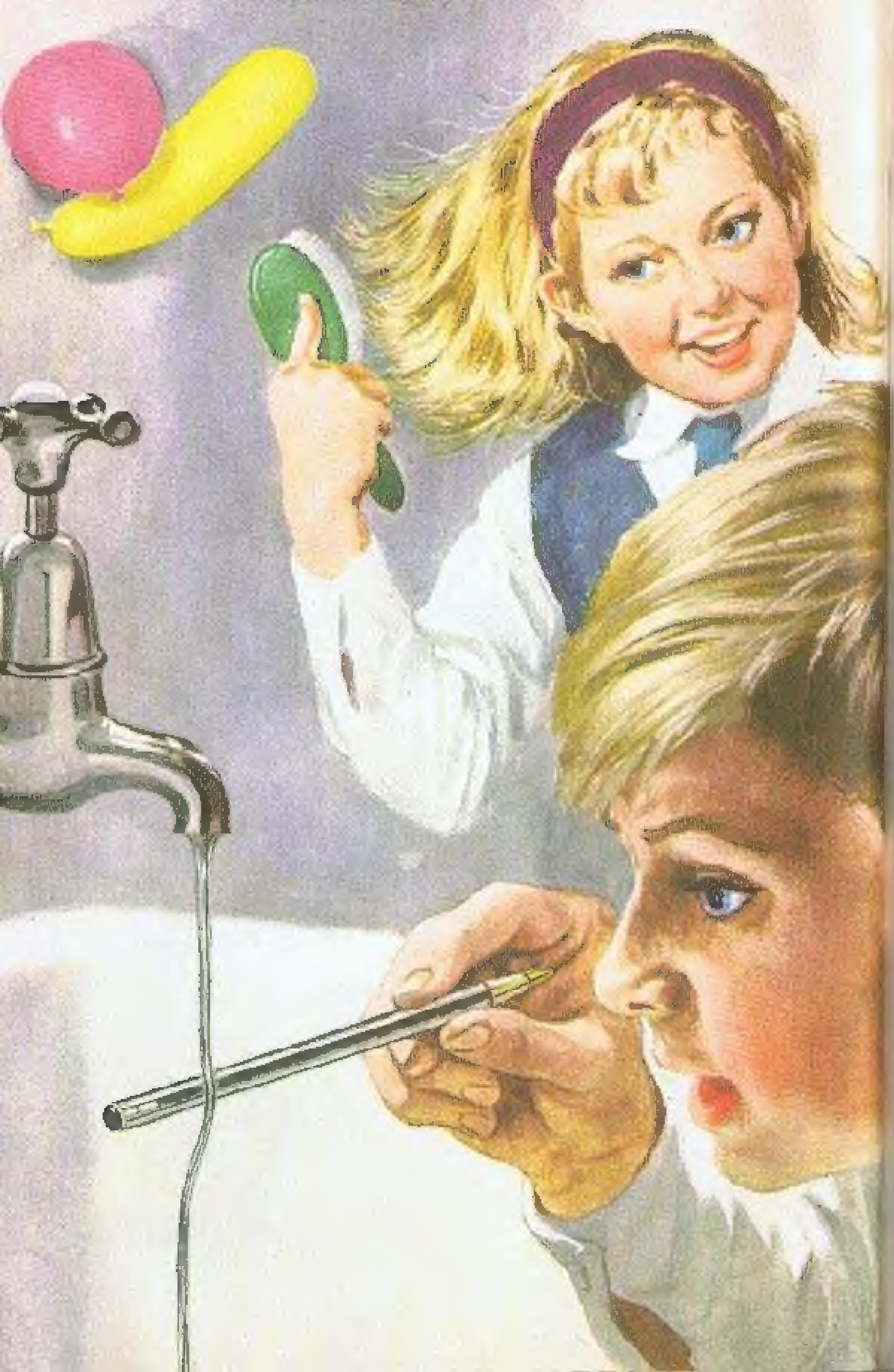
لعلّكَ تُحرِّكُ المِفتاحَ الكَهْرَبائيَّ في دارةِ المِصباحِ، فتَحصُلُ على الضوءِ. إنّ الأمرَ يبدو بسيطًا للغايةِ بحيثُ قد تعتبرُهُ من المُسلَّماتِ. ولكنْ هل فكَّرتَ فيما يجري حينَ تُغلَقُ دارةُ المِصباحِ الكَهْرَبائيِّ؟

اطلُبْ من شخصٍ أكبرَ منكَ سنًّا أن يُريكَ مِصباحًا كهربائيًّا زجاجُهُ من النوعِ الشفّافِ. إنّكَ ترى في قاعدتِهِ نقطتَينِ من النحاسِ هما نقطتا التماسِّ مع دواةِ المِصباحِ. كما ترى أيضًا سلكَينِ يمتدّانِ داخلَ المِصباحِ الزجاجيِّ، ويتّصلانِ في نهايتَيْهِما بقطعةٍ من سلكٍ رفيعٍ جدًّا. هو الفتيلُ أو السلكُ المتوهِّجُ وهو مصنوعٌ من معدنٍ خاصٍّ يُدعى التنغستن. وإذا مرَّ التيّارُ الكهربائيُّ في هذا الفتيلِ الرفيعِ تُسخّنُهُ فيتوهّجُ وتنبعثُ منه أشعّةٌ تُعطي ضوءًا ساطعًا.

يمكنُكَ أن تصنعَ مِصباحًا كهربائيًّا إذا حصلتَ على سلكٍ حديديٍّ رفيعٍ جدًّا، كالسلكِ المأخوذِ من كُتلِ فولاذٍ أو من عقدةِ حديدٍ. استعمِلْ نحوَ ٥ سنتيمتراتٍ من جديلةٍ واحدةٍ.

قُصَّ قطعةً من الورقِ المُقوّى لتستعمِلَها بمثابةِ غطاءٍ لمُرطبانِ المُربّى الذي ستستعمِلُهُ قاعدةً لمِصباحِكَ. أدخِلْ في قطعةِ الورقِ المُقوّى مسمارَينِ. وثبِّتِ الفتيلَ بالقربِ من طرفَيْهِما بدقّةٍ. ثبِّتْ قطعةَ الورقِ المُقوّى على فوهةِ المُرطبانِ، ثمّ صِلِ المسمارَينِ بسلكَينِ ومِفتاحٍ ومجموعةٍ من أربعِ بطّاريّاتٍ جافّةٍ موصولةٍ على التوالي. حينَ تُغلِقُ المِفتاحَ، يسخُنُ الفتيلُ ويُضيءُ بضوءٍ أحمرَ. وربّما وجبَ عليكَ أن تُجرِّبَ أكثرَ من مرّةٍ لتجدَ الطولَ المناسبَ لسلكِ الفتيلِ. ولكنِ احرِصْ على أن تتركَهُ يبرُدُ قبلَ أن تلمسَهُ. إنّ فتيلَ مِصباحِكَ سيحترقُ بسرعةٍ. أمّا فتيلُ المِصباحِ الحقيقيِّ فلا يحترقُ لأنّ مِصباحَهُ مملوءٌ بغازٍ خاملٍ لا يُساعدُ على الاحتراقِ.





الكَهْرُبائِيَّةُ السَّاكِنَةُ

مَزِّقْ قِطْعَةً مِنَ الوَرَقِ الرَّقِيقِ ، وأَنْثُرْ فُتاتَها عَلى سَطْحٍ مُنْضَدَةٍ . أُدْلُكْ قَلَمًا لَدائِنِيًّا (بلاستيكيًّا) بِشِدَّةٍ عَلى كُمِّ مِعْطَفِكَ أَوْ كَنْزَتِكَ الصُّوفِيَّةِ ، وقَرِّبْهُ مِنْ فُتاتِ الوَرَقِ ، تَجِدْها تَقْفِزُ وتَلْتَصِقُ بِالقَلَمِ . ويَبْدُو ذلِكَ مُشابِهًا إلى حَدٍّ ما انْجِذابَ المَسامِيرِ إلى المَغانِطِيسِ لكِنَّكَ تَعْلَمُ أَنَّ اللَّدائِنَ والوَرَقَ لَيْسَتْ أَجْسامًا مَغْنَطِيسِيَّةً . إذًا فما السَّبَبُ؟

إنَّ الأَمْرَ يَعُودُ إلى الكَهْرُبائِيَّةِ السَّاكِنَةِ . لَقَدْ تَرَكَّزَتْ تَجارِبُكَ السَّابِقَةُ عَلى الكَهْرُباءِ المُتَحَرِّكَةِ - أَيْ عَلى الدَّاراتِ الَّتي يَسْري فيها تَيَّارٌ كَهْرُبائِيٌّ .

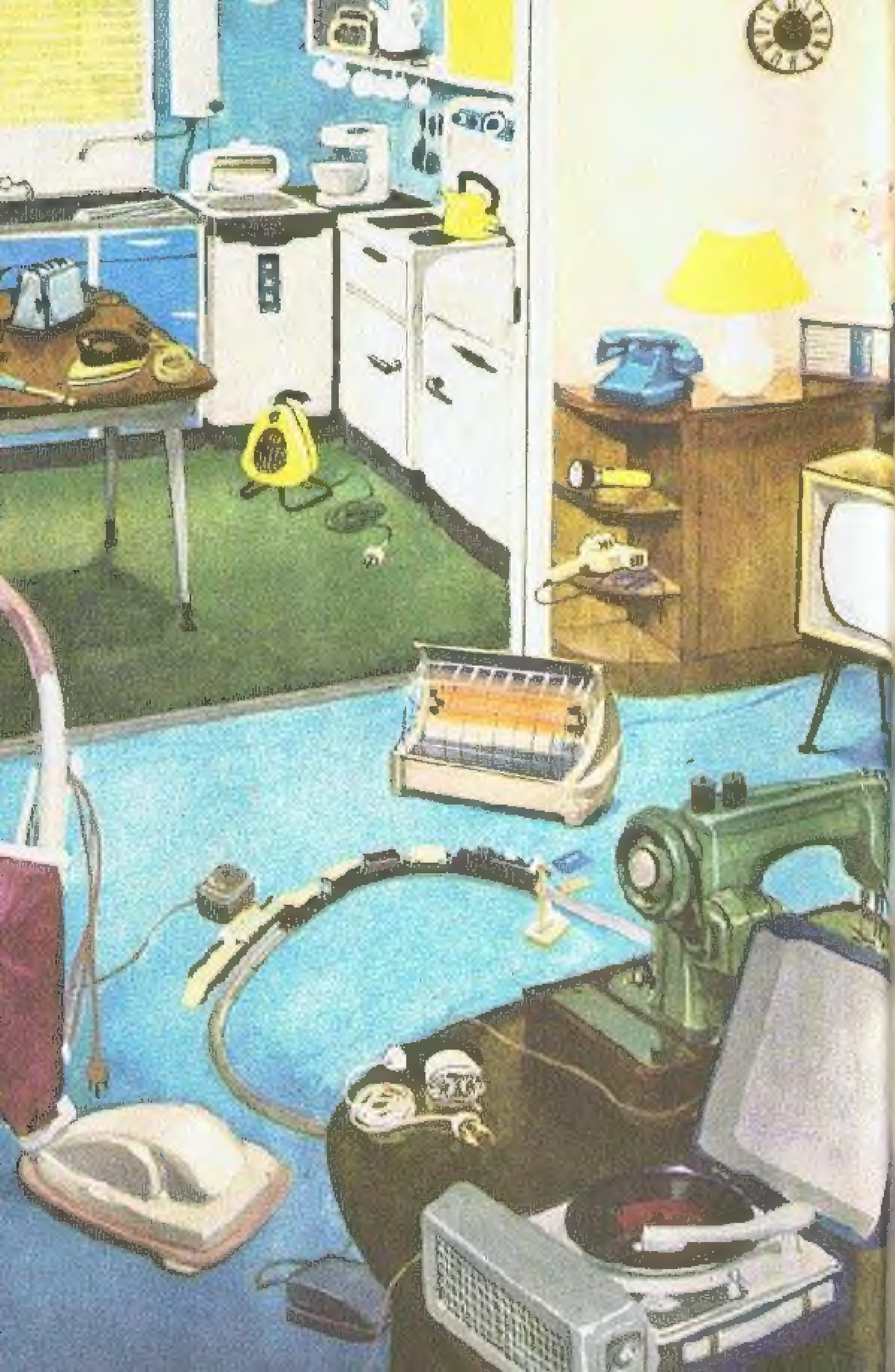
حِينَ دَلَكْتَ قَلَمَكَ بِكُمِّكَ - ويُمْكِنُكَ أَنْ تَسْتَعْمِلَ مِشْطًا عِوَضًا عَنِ القَلَمِ - فإنَّ القَلَمَ والكُمَّ قَدْ شُحِنا بِكَهْرُبائِيَّةٍ ساكِنَةٍ . وحِينَ تُمَشِّطُ شَعْرَكَ بِقُوَّةٍ بِفُرْشاةِ شَعْرٍ لَدائِنِيَّةٍ ، في طَقْسٍ جافٍّ ، فإنَّ شَعْرَكَ والفُرْشاةَ يُشْحَنانِ بِشِحْناتٍ كَهْرُبائِيَّةٍ ساكِنَةٍ . وأَحْيانًا قَدْ تَسْمَعُ صَوْتَ فَرْقَعَةٍ خَفِيفَةٍ ، ورُبَّما رَأَيْتَ في الظَّلامِ شَراراتٍ . وحِينَ تُمَسِّحُ عَلى ظَهْرِ قِطَّةٍ في طَقْسٍ جافٍّ فإنَّكَ تَحْصُلُ أَحْيانًا عَلى شَراراتٍ .

ويُمْكِنُ أَنْ تَشْحَنَ بالوناتٍ مَطَّاطِيَّةً بِشِحْناتٍ كَهْرُبائِيَّةٍ ساكِنَةٍ ، أُنْفُخِ البالُوناتِ وادْلُكْها عَلى كُمِّكَ وبِذلِكَ يُمْكِنُها أَنْ تَبْقَى مُلْتَصِقَةً بِالجِدارِ أَوِ السَّقْفِ حَتَّى تَفْقِدَ شِحْنَتَها .

اُدْلُكْ جِسْمَ قَلَمِ الحِبْرِ النَّاشِفِ بِكُمِّكَ وقَرِّبْهُ مِنْ خَيْطِ ماءٍ رَفِيعٍ يَسِيلُ مِنْ صُنْبُورٍ . لاحِظْ كَيْفَ يَنْحَرِفُ خَيْطُ الماءِ بَعِيدًا عَنِ القَلَمِ لأَنَّهُ شُحِنَ بِكَهْرُبائِيَّةٍ ساكِنَةٍ .

والهَواءُ المُتَحَرِّكُ أَيْضًا يَشْحَنُ الغُيُومَ بِشِحْناتٍ مِنَ الكَهْرُبائِيَّةِ السَّاكِنَةِ يَصِلُ جُهْدُها إلى عِدَّةِ مَلايِينَ مِنَ الفُولْتاتِ . والشَّرارَةُ الَّتي تَحْدُثُ عِنْدَما تُفْرِغُ غَيْمَةٌ شِحْنَتَها نَحْوَ غَيْمَةٍ أُخْرَى أَوْ نَحْوَ الأَرْضِ نَدْعُوها البَرْقَ ، والفَرْقَعَةُ الَّتي تَعْقُبُ حُدُوثَ هذِهِ الشَّرارَةِ الهائِلَةِ هِيَ الرَّعْدُ .





الكهرباء في خدمة الإنسان

فكر ولو لفترة وجيزة كيف تكون حياتك مختلفة بدون الكهرباء. بدون نور الكهرباء في بيتك أو في مدرستك أو في الشوارع. بدون شارات المرور الكهربائية وبدون القطارات الكهربائية. تصور ما تقاسيه ربات البيوت لو حرمن من الفرن الكهربائي والمدفأة والبراد والغسالة والمكواة، وغيرها من الآلات الكهربائية الحديثة التي تقدم لهن يد العون.

وسيصبح العمل في المستشفيات أكثر صعوبة دون الأشعة السينية، والأدوات الكهربائية الأخرى. كذلك لا يمكن للهاتف أن يعمل بدون الكهرباء، وكذلك أجهزة السينما والراديو والتلفزيون. أنعم النظر في الصورة المقابلة وتأمل كم هي متعددة طرق استخدام الكهرباء.

منذ مائة سنة خلت لم يكن أي من هذه الأجهزة موجودا. فقد تم اختراع المصباح الكهربائي على يد السير «جوزيف سوان» في عام ١٨٦٠. وعلى الرغم من أن مبدأ المحركات الكهربائية والعنافذ الكهربائية قد اكتشف قبل ذلك بثلاثين سنة، إلا أنها لم تستخدم في الحياة اليومية إلا بعد ذلك بكثير. ولقد تمت كشوف (مايكل فارادي) الرائعة التي ندعوه لأجلها «أبا الكهرباء» قبل أكثر من مائة سنة.

وحين نفكر في الطرق الكثيرة التي تساعدنا الكهرباء فيها في حياتنا اليومية نستطيع أن نرى بوضوح لماذا يجب أن نعرف ما نستطيعه عنها. لكن تذكر أنه يجب عليك الابتعاد عن مآخذ التيار الرئيسية وعدم محاولة الحصول على التيار الكهربائي منها.





إنَّك ستحتاج لإجراء التجارب المذكورة في هذا الكتاب إلى أشياء قليلة لعلّ معظمها يوجد لديك حاليًا، وهذه قائمة بها:

مجموعة بطاريات ـ ١،٥ فولت و ٣ فولت.

مصابيح كهربائية صغيرة ـ ٢،٥ فولت و ٣،٥ فولت

نورة مصباح.

أسلاك نحاسية ـ سلك رفيع معزول بالقطن أو الحرير أو مطلي بالمينا، على أن يكون السلك من المقاس العياري ٢٨ يعني أن قطره حوالي ٠،٢ مليمتر. وبوسعك الحصول على كل ما تحتاجه من أسلاك من محوّل قديم، متاحة من محلات تصليح الأدوات الكهربائية.

قضيب مغنطيسي، مغنطيس بحدوة (على شكل نعل الفرس)

معجون لدائني ـ بلاستيسين

مسامير صغيرة.

مسمار طوله حوالي ١٠ سم، عدة مسامير طول كل منها حوالي ٥ سم.

إبرة طويلة أو (مخرز).

قطعة من الفلين.

مرطبان (أو وعاء) زجاجي صغير.

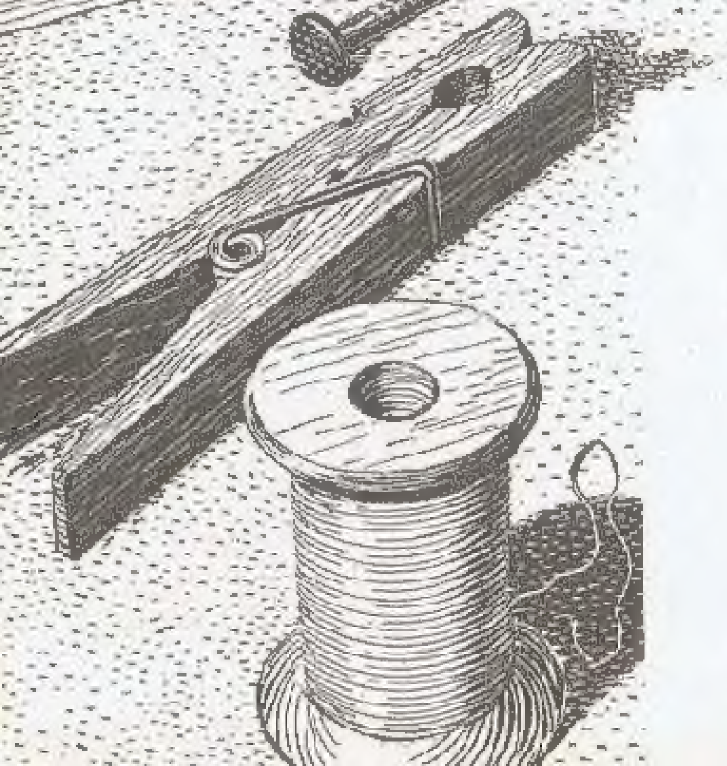
ملقط غسيل.

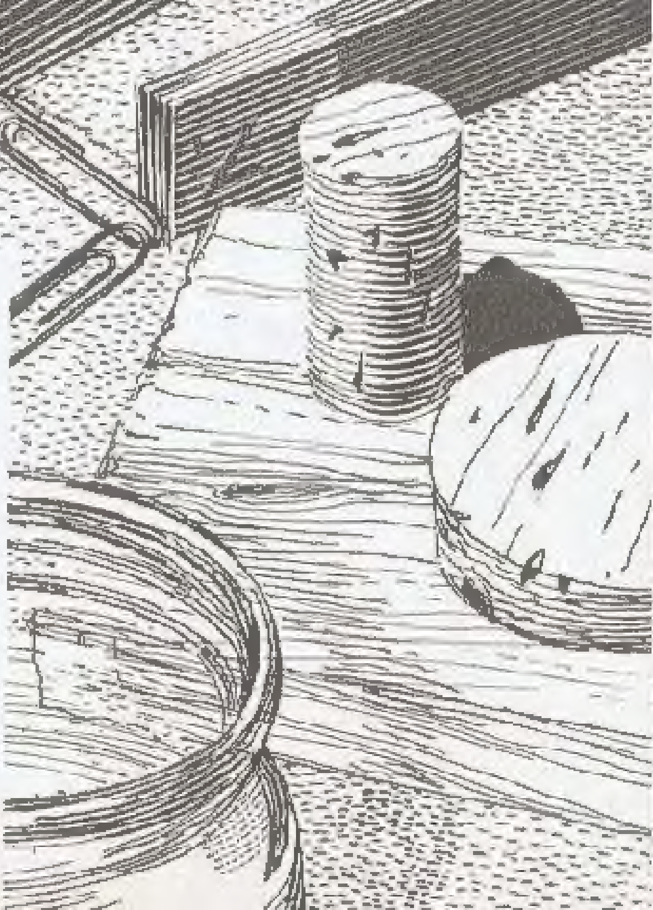
برادة حديد (حوالي ٣٠ غرامًا).

[illegible] النحاس.

مسامير رسم، وقابطات ورق سلكية

قطعة صغيرة أو قطعتان صغيرتان من الخشب.





سِلْسِلَةُ العُلُومِ المُبَسَّطَة

(١) مَبادِىء الكَهْرَباء والمَغْنَطِيسِيَّة
(٢) طَبِيعَةُ الضَّوْءِ والآلات البَصَرِيَّة
(٣) طَبِيعَةُ الهَواءِ والطَّيَران
(٤) الآلاتُ البَسِيطَةُ والمُحَرِّكات